

MACHINE-ASSISTED TRANSLATION (MAT):

(19)【発行国】

(19)[ISSUING COUNTRY]

日本国特許庁(JP)

Japan Patent Office (JP)

(12)【公報種別】

(12)[GAZETTE CATEGORY]

公開特許公報 (A)

Laid-open Kokai Patent (A)

(11)【公開番号】

(11)[KOKAI NUMBER]

特開平5-275771

Unexamined Japanese Patent (1993-275771)

Heisei 5-275771

(43)【公開日】

(43)[DATE OF FIRST PUBLICATION]

平成5年(1993)10月2 (1993.10.22)

2 日

(54) 【発明の名称】

(54)[TITLE of the Invention]

法及びそれを用いた多層膜

ポルフィリン薄膜、その製造方 A porphyrin thin film, its manufacturing method, and the multilayer film using it

(51)【国際特許分類第5版】

(51)[IPC Int. Cl. 5]

8728-4M H01L 49/02 H01L 49/02 C07D487/22 C07D487/22

8728-4M 7019-4C

7019-4C

C 7457-4H C07F 1/08

Z 7457-4H

C 3/02 C07F 1/08 3/06 7457-4H

Z 3/08 3/02

9049-4H 15/04 7457-4H S 7735-4M H01L 21/90 3/06

31/04 3/08 31/0344 15/04

9049-4H

S H01L 21/90

7735-4M



31/04 31/0344

[FI]

[FI]

H01L 31/04

D 7376-4M H01L 31/04

D 7376-4M

31/08

T 31/08

T 7210-4M

7210-4M

【審査請求】 未請求

[REQUEST FOR EXAMINATION] No

【請求項の数】 10

[NUMBER OF CLAIMS] 10

【全頁数】 16

[NUMBER OF PAGES] 16

(21)【出願番号】

(21)[APPLICATION NUMBER]

特願平4-68398

Japanese Patent Application (1992-68398)

Heisei 4-68398

(22)【出願日】

(22)[DATE OF FILING]

平成4年(1992)3月26 (1992.3.26)

日

(71)【出願人】

(71)[PATENTEE/ASSIGNEE]

【識別番号】

[ID CODE]

3 9 0 0 1 4 5 3 5

390014535

【氏名又は名称】

[NAME OR APPELLATION]

新技術事業団

Research Development Corp. of Japan

【住所又は居所】

[ADDRESS or DOMICILE]

東京都千代田区永田町2丁目5

番2号

(71)【出願人】

(71)[PATENTEE/ASSIGNEE]



【識別番号】

000151243

[ID CODE]

000151243

【氏名又は名称】

[NAME OR APPELLATION]

株式会社東レリサーチセンター Toray research center K.K.

【住所又は居所】

[ADDRESS or DOMICILE]

東京都中央区日本橋室町3丁目 1番8号

(72)【発明者】

(72)[INVENTOR]

【氏名】

[NAME OR APPELLATION]

野中 敏夫

Toshio Nonaka

【住所又は居所】

[ADDRESS or DOMICILE]

滋賀県大津市園山3丁目3番7 号 株式会社東レリサーチセン ター内

(72)【発明者】

(72)[INVENTOR]

【氏名】

[NAME OR APPELLATION]

高萩 隆行

Takayuki Takahagi

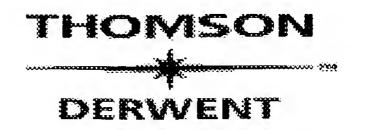
【住所又は居所】

[ADDRESS or DOMICILE]

滋賀県大津市園山3丁目3番7 号 株式会社東レリサーチセン ター内

(72)【発明者】

(72)[INVENTOR]



【氏名】

石谷 炯

[NAME OR APPELLATION]

Kei Ishitani

【住所又は居所】

滋賀県大津市園山3丁目3番7 号 株式会社東レリサーチセン ター内

[ADDRESS or DOMICILE]

(74)【代理人】

(74)[AGENT]

【弁理士】

[PATENT ATTORNEY]

【氏名又は名称】

宮川 良夫

[NAME OR APPELLATION]

Yoshio Miyagawa

(57)【要約】

(57)[ABSTRACT of the Disclosure]

【目的】

ン薄膜及びその多層膜を得る。

[PURPOSE]

表面精度にすぐれたポルフィリ The porphyrin thin film excellent in surface accuracy and its multilayer film are obtained.

【構成】

ポルフィリン薄膜は、ポルフィ porphyrin derivative molecule. 超高真空下で分子線として飛行 1*10⁻⁷Torr.

[CONSTITUTION]

ポルフィリン薄膜は、ポルフィ A porphyrin thin film is made of a porphyrin リン誘導体からなり、表面にお derivative, the square in the surface -- average ける自乗平均粗さが100オン roughness is 100 Angstrom or less.

グストローム以下である。この This porphyrin thin film evaporates by heating a

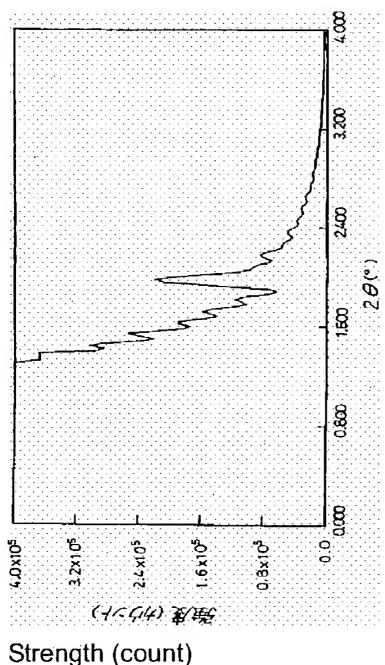
リン誘導体分子を加熱蒸発さ It is obtained by making it fly as a molecular せ、 1×1 0^{-7} T o r r 未満の beam under the ultra-high vacuum below

させることにより得られる。ま Moreover, the multilayer film comprises た、多層膜は、ポルフィリン薄 laminating two or more layers of porphyrin thin



リン薄膜は接する薄膜同志が異 element differs. なるポルフィリンからなる。

膜を2層以上積層することによ films, this porphyrin thin film is made of り構成されており、該ポルフィ porphyrin from which the touching thin-film



【特許請求の範囲】

[CLAIMS]

[CLAIM 1]

【請求項1】

ポルフィリン誘導体からなり、 A porphyrin thin film comprising a porphyrin 表面における自乗平均粗さが1 derivative, 0 0 オングストローム以下であ roughness in the surface of 100 Angstroms or ることを特徴とするポルフィリ less. ン薄膜。

【請求項2】

[CLAIM 2]

前記自乗平均粗さが 1~20オ The porphyrin thin film of Claim 1 wherein said

an average

having



1に記載のポルフィリン薄膜。

ングストロームである、請求項 square average roughness is 1 - 20 Angstroms.

【請求項3】

ルフィリン、5,10,15,20ーテト 5,10,15,20-tetraphenyl ルフィリナト鉛、5,10,15,20 - 5,10,15,20-tetraphenyl テトラフェニルポルフィリナト magnesium, シウム、5,10,15,20-テトラフ cadmium. エニルポルフィリナト銅及び. 5,10,15,20 - テトラフェニルポ ルフィリナトカドミウムの群か ら選ばれたポルフィリン誘導体 である、請求項1又は2に記載 のポルフィリン薄膜。

【請求項4】

蒸発させ、1×10⁻⁷Torr 未満の超高真空下で分子線とし evaporated by heating. て飛行させることを特徴とする ポルフィリン薄膜の製造方法。

【請求項5】

前記ポルフィリン誘導体は、 ルフィリン、5,10,15,20ーテト is ラフェニルポルフィリナト亜 5,10,15,20-tetraphenyl 鉛、5,10,15,20ーテトラフェニ 5,10,15,20-tetraphenyl

[CLAIM 3]

前記ポルフィリン誘導体は、 The porphyrin thin film of Claim 1 or 2 whose 5,10,15,20ーテトラフェニルポ porphyrin derivative is chosen from the group of porphyrin, ラフェニルポルフィリナト亜 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrinate zinc, and 鉛、5,10,15,20ーテトラフェニ 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrinate cobalt and ルポルフィリナトコバルト、 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrinate 5,10,15,20 - テトラフェニルポ 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrinate nickel, and porphyrinate ニッケル、5,10,15,20ーテトラ 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrinate copper フェニルポルフィリナトマグネ and 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrinate

[CLAIM 4]

ポルフィリン誘導体分子を加熱 A manufacturing method of the porphyrin thin film, in which a porphyrin derivative molecule is

> It is made to fly as a molecular beam under the ultra-high vacuum below 1*10⁻⁷Torr.

[CLAIM 5]

The manufacturing method of the porphyrin thin 5,10,15,20 - テトラフェニルポ film of Claim 4 wherein said porphyrin derivative chosen from the group of, porphyrin, porphyrinate zinc,



ルポルフィリナトコバルト、 5,10,15,20-tetraphenyl 5.10.15.20 - テトラフェニルポ 5,10,15,20-tetraphenyl ルフィリナト鉛、5.10,15,20- 5,10,15,20-tetraphenyl テトラフェニルポルフィリナト 5,10,15,20-tetraphenyl ニッケル、5,10,15,20ーテトラ magnesium, フェニルポルフィリナトマグネ porphyrinate エニルポルフィリナト銅及び 5,10,15,20 - テトラフェニルポ ルフィリナトカドミウムの群か ら選ばれたポルフィリン誘導体 である、請求項4に記載のポル フィリン薄膜の製造方法。

porphyrinate cobalt, porphyrinate lead, porphyrinate nickel, porphyrinate 5,10,15,20-tetraphenyl and copper, シウム、5,10,15,20ーテトラフ 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrinate cadmium.

【請求項6】

徴とする多層膜。

【請求項7】

している、請求項6に記載の多 Angstrom. 層膜。

【請求項8】

求項6に記載の多層膜。

【請求項9】

項7又は8に記載の多層膜。

[CLAIM 6]

ポルフィリン薄膜を 2 層以上積 A multilayer film formed by laminating two or 層してなり、該ポルフィリン薄 more layers of porphyrin thin films, wherein 膜は、接する薄膜同志が異なる this porphyrin thin film is made of porphyrin from ポルフィリンからなることを特 which the touching thin-film element differs.

[CLAIM 7]

前記ポルフィリン薄膜は2~5 Said porphyrin thin film is a multilayer film of 0 オングストロームの厚みを有 Claim 6 which has the thickness of 2 - 50

[CLAIM 8]

表面の自乗平均粗さが100オ The multilayer film of Claim 6 wherein surface ングストローム以下である、請 square average roughness is 100 Angstrom or less.

[CLAIM 9]

表面の自乗平均粗さが1~20 The multilayer film of Claim 7or 8 wherein the オングストロームである、請求 surface square is average roughness of 1 - 20 Angstrom.



【請求項10】

ラフェニルポルフィリナト亜 5,10,15,20-tetraphenyl 鉛、5,10,15,20ーテトラフェニ 5,10,15,20-tetraphenyl ルポルフィリナトコバルト、 5,10,15,20-tetraphenyl **5.10.15.20**ーテトラフェニルポ **5.10.15.20-tetraphenyl** ルフィリナト鉛、5,10,15,20 - 5,10,15,20-tetraphenyl テトラフェニルポルフィリナト 5,10,15,20-tetraphenyl ニッケル、5,10,15,20ーテトラ magnesium, シウム、5,10,15,20ーテトラフ porphyrinate cadmium. エニルポルフィリナト銅及び 5,10,15,20ーテトラフェニルポ ルフィリナトカドミウムの群か ら選ばれたポルフィリン誘導体 からなる、請求項6~8のいず れかに記載の多層膜。

[CLAIM 10]

前記ポルフィリン薄膜は、 Said porphyrin thin film is the multilayer film in 5,10,15,20ーテトラフェニルポ any one of Claims 6-8 comprising a porphyrin ルフィリン、5,10,15,20ーテト derivative chosen from the group porphyrin, porphyrinate zinc, porphyrinate cobalt, porphyrinate lead. porphyrinate nickel, porphyrinate 5,10,15,20-tetraphenyl フェニルポルフィリナトマグネ porphyrinate copper and 5,10,15,20-tetraphenyl

【発明の詳細な説明】

[DETAILED **DESCRIPTION** of the **INVENTION**]

[0001]

[0001]

【産業上の利用分野】

る。

[INDUSTRIAL APPLICATION]

この発明は、基板上に形成され This invention is formed on a base plate, it is て、太陽電池、光導電素子、溶 related with the multilayer film using the 液中の微量金属元素センサー素 porphyrin thin film, its manufacturing method, 子などとして使用され得るポル and it which may be used as a solar cell, a フィリン薄膜、その製造方法及 photoconductive element, a trace amount びそれを用いた多層膜に関す metallic-element sensor element in a solution, etc.



[0002]

[0002]

【従来の技術及びその課題】

(1991) 87"に記載された方法が learned, for example. 上にテトラフェニルポルフィリ ン薄膜を作製するものである。

[0003]

ある。この発明の目的は、表面 occur. ある。

[0004]

【課題を解決するための手段】

[PRIOR ART and PROBLEM]

有機薄膜を形成する方法として As a method of forming an organic thin film, the は、例えば、M.Ashida らによる、 method by M.Ashida and others indicated by "Acta Crystallographica Vol.B47 "Acta Crystallographica Vol.B47 (1991) 87" is

知られている。この方法は、1 This method produces a tetraphenyl porphyrin ×10⁻⁶Torrの真空下での thin film on KC1 base plate by the 1*10⁻⁶Torr 真空蒸着法により、KC1基板 vacuum evaporation method which comes out under vacuum.

[0003]

ところが、この方法で作製した However, the thin film produced by this method, 薄膜は、粒径が数百 n m でかつ since it is the rough thing whose particle size 粒間に空隙のある粗なものでる is hundreds of nm, and has a pore between ため、この薄膜を太陽電池など grains, when it is going to utilize this thin film for に利用しようとして、膜を挟む a solar cell etc., and gttach an electrode to the ように膜の上下に電極を付けよ membranous upper and lower sides so that a うとする場合、電極間のショー film may be sandwiched, there is a trouble that トが起きやすいという問題点が a short-circuit between electrodes tends to

精度にすぐれたポルフィリン薄 The objective of this invention is to obtain the 膜及びその多層膜を得ることに porphyrin thin film excellent in surface accuracy, and its multilayer film.

[0004]

[MEANS to solve the Problem]

第1の発明にかかるポルフィリ The porphyrin thin film concerning 1st invention ン薄膜は、ポルフィリン誘導体 is made of a porphyrin derivative, the average からなり、表面における自乗平 square roughness in the surface is 100

(C) DERWENT



均粗さが100オングストロー Angstrom or less. 子線として飛行させる。

ム以下である。第2の発明にか A porphyrin derivative molecule is evaporated かるポルフィリン薄膜の製造方 by heating in the manufacturing method of the 法では、ポルフィリン誘導体分 porphyrin thin film concerning 2nd invention. 子を加熱蒸発させ、 1×10^{-7} It is made to fly as a molecular beam under the Torr未満の超高真空下で分 ultra-high vacuum below 1*10⁻⁷Torr.

[0005]

層してなる多層膜である。該ポ layers of porphyrin thin films. なる。

* * * * * *

粗さが100オングストローム surface is 100 Angstrom or less. が好ましく、さらに $1\sim20$ 才 Angstrom. ングストロームがより好まし 11,0

[0005]

第3の発明にかかる多層膜は、 The multilayer film concerning 3rd invention is a ポルフィリン薄膜を2層以上積 multilayer film which laminates two or more

ルフィリン薄膜は、接する薄膜 This porphyrin thin film is made of porphyrin 同志が異なるポルフィリンから from which the touching thin-film element differs.

この発明にかかるポルフィリン The porphyrin thin film concerning 薄膜は、表面における自乗平均 invention, the average square roughness in the

以下である。この自乗平均粗さ Average roughness of this square is preferably は、50オングストローム以下 d50 Angstrom or less, more preferably 1 - 20

[0006]

してなる多層膜であるが、その layers of porphyrin thin films. しく、2~20層がより好まし い。また、この多層膜の表面の are more preferable.

[0006]

この発明にかかる多層膜は、ポーThe multilayer film concerning this invention is a ルフィリン薄膜を2層以上積層 multilayer film which laminates two or more

積層数は、 $2\sim100$ 層が好ま However, the number of laminate has two to 100 desirable layers, and its two to 20 layers

自乗平均粗さは、100オング Moreover, for the average square roughness of ストローム以下が好ましく、5 the surface of this multilayer film, 100 Angstrom 0 オングストローム以下がより or less is desirable, 50 Angstrom or less is more 好ましく、さらに $1\sim2$ 0 オン preferable, and 1 - 20 Angstrom is further more



グストロームがより好ましい。 preferable. グストロームがより好ましい。

この多層膜を構成する薄膜の各 Each thickness of the thin film which comprises 厚みは、8 0 オングストローム this multilayer film has desirable 80 Angstrom or 以下が好ましく、2~50オン less, and its 2 - 50 Angstrom is more preferable.

[0007]

ルフィリン誘導体は、特に限定 invention is not limited. フィリン誘導体が用いられる。 このポルフィリン誘導体は、た base て基板上に蒸着される。

ニルポルフィリン

ルフィリナト亜鉛

5,10,15,20ーテトラフェニルポ 5,10,15,20-tetraphenyl ルフィリナトコバルト

ルフィリナト鉛

5,10,15,20ーテトラフェニルポ Tetra benzo porphyrin ルフィリナトニッケル

ルフィリナトマグネシウム

5,10,15,20ーテトラフェニルポ Tetra benzo porphyrinate nickel

ルフィリナト銅

ルフィリナトカドミウム テトラベンゾポルフィリン

テトラベンゾポルフィリナト亜 5,10,15,20-tetra (2-pyridyl) porphyrinate zinc 鉛

[0007]

この発明において用いられるポ In particular the porphyrin derivative used in this

されるものではないが、たとえ However, for example, the powder-form or ば、下記A群から選ばれた1種 aggregated-form porphyrin derivative of a 1 類の粉末状もしくは塊状のポル type chosen from the following A group is used. It vapor-deposits this porphyrin derivative on a plate for example, using とえば、分子線蒸着装置を用い molecular-beam vapor deposition apparatus.

A group: 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin A群:5,10,15,20-テトラフェ 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrinate zinc 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrinate cobalt 5,10,15,20ーテトラフェニルポ 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrinate lead 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrinate nickel

porphyrinate magnesium

5,10,15,20ーテトラフェニルポ 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrinate copper 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrinate cadmium

Tetra benzo porphyrinate zinc

5,10,15,20ーテトラフェニルポ Tetra benzo porphyrinate cobalt

Tetra benzo porphyrinate lead

Tetra benzo porphyrinate magnesium

5,10,15,20ーテトラフェニルポ Tetra benzo porphyrinate copper

Tetra benzo porphyrinate cadmium 5,10,15,20-tetra (2-pyridyl) porphyrin

5,10,15,20-tetra (2-pyridyl) porphyrinate cobalt

テトラベンゾポルフィリナトコ 5,10,15,20-tetra (2-pyridyl) porphyrinate lead

THOMSON DERWENT

バルト	5,10,15,20-tetra (2-pyridyl) porphyrin nickel
テトラベンゾポルフィリナト鉛	5,10,15,20-tetra (2-pyridyl) porphyrin
テトラベンゾポルフィリナトニ	magnesium
ッケル	5,10,15,20-tetra (2-pyridyl) porphyrin copper
テトラベンゾポルフィリナトマ	5,10,15,20-tetra (2-pyridyl) porphyrin cadmium
グネシウム	5,10,15,20-tetra (3-pyridyl) porphyrin
テトラベンゾポルフィリナト銅	5,10,15,20-tetra (3-pyridyl) porphyrinate zinc
テトラベンゾポルフィリナトカ	5,10,15,20-tetra (3-pyridyl) porphyrinate cobalt
ドミウム	5,10,15,20-tetra (3-pyridyl) porphyrinate lead
5,10,15,20ーテトラ(2-ピリジ	5,10,15,20-tetra (3-pyridyl) porphyrin nickel
ル)ポルフィリン	5,10,15,20-tetra (3-pyridyl) porphyrin
5,10,15,20ーテトラ(2-ピリジ	magnesium
ル)ポルフィリナト亜鉛	5,10,15,20-tetra (3-pyridyl) porphyrin copper
5,10,15,20ーテトラ(2-ピリジ	5,10,15,20-tetra (3-pyridyl) porphyrin cadmium
ル)ポルフィリナトコバルト	5,10,15,20-tetra (4-pyridyl) porphyrin
5,10,15,20ーテトラ(2-ピリジ	5,10,15,20-tetra (4-pyridyl) porphyrinate zinc
ル)ポルフィリナト鉛	5,10,15,20-tetra (4-pyridyl) porphyrinate cobalt
5,10,15,20ーテトラ(2-ピリジ	5,10,15,20-tetra (4-pyridyl) porphyrinate lead
ル) ポルフィリンニッケル	5,10,15,20-tetra (4-pyridyl) porphyrin nickel
5,10,15,20ーテトラ(2-ピリジ	5,10,15,20-tetra (4-pyridyl) porphyrin
ル) ポルフィリンマグネシウム	magnesium
5,10,15,20ーテトラ(2-ピリジ	5,10,15,20-tetra (4-pyridyl) porphyrin copper
ル)ポルフィリン銅	5,10,15,20-tetra (4-pyridyl) porphyrin cadmium
5,10,15,20ーテトラ(2-ピリジ	5,10,15,20-tetra (4-quinolyl) porphyrin
ル)ポルフィリンカドミウム	5,10,15,20-tetra (4-quinolyl) porphyrinate zinc
5,10,15,20ーテトラ(3-ピリジ	5,10,15,20-tetra (4-quinolyl) porphyrinate cobalt
ル)ポルフィリン	5,10,15,20-tetra (4-quinolyl) porphyrinate lead
5,10,15,20ーテトラ(3-ピリジ	5,10,15,20-tetra (4-quinolyl) porphyrinate nickel
ル)ポルフィリナト亜鉛	5,10,15,20-tetra (4-quinolyl) porphyrinate
5,10,15,20ーテトラ(3-ピリジ	magnesium
ル)ポルフィリナトコバルト	5,10,15,20-tetra (4-quinolyl) porphyrinate
5,10,15,20ーテトラ(3-ピリジ	copper
ル)ポルフィリナト鉛	5,10,15,20-tetra (4-quinolyl) porphyrinate
5,10,15,20ーテトラ(3-ピリジ	cadmium
ル)ポルフィリンニッケル	5,10,15,20-tetra (6-quinolyl) porphyrin
5,10,15,20ーテトラ(3-ピリジ	5,10,15,20-tetra (6-quinolyl) porphyrinate zinc

THOMSON ** DERWENT

ル) ポルフィリンマグネシウム	5,10,15,20-tetra (6-q	quinolyl) porph	yrinate cobalt	
5,10,15,20ーテトラ(3-ピリジ	5,10,15,20-tetra (6-quinolyl) porphyrinate lead			
ル)ポルフィリン銅	5,10,15,20-tetra (6-q	ղuinolyl) porph	yrinate nickel	
5,10,15,20ーテトラ(3-ピリジ	5,10,15,20-tetra	(6-quinolyl)	porphyrinate	
ル)ポルフィリンカドミウム	magnesium			
5,10,15,20ーテトラ(4-ピリジ	5,10,15,20-tetra	(6-quinolyl)	porphyrinate	
ル)ポルフィリン	copper			
5,10,15,20ーテトラ(4-ピリジ	5,10,15,20-tetra	(6-quinolyI)	porphyrinate	
ル)ポルフィリナト亜鉛	cadmium			
5,10,15,20ーテトラ(4-ピリジ	5,10,15,20-tetra quir	5,10,15,20-tetra quinoxalyl porphyrin		
ル) ポルフィリナトコバルト	5,10,15,20-tetra quir	5,10,15,20-tetra quinoxalyl porphyrinate zinc		
5,10,15,20ーテトラ(4-ピリジ	5,10,15,20-tetra quir	5,10,15,20-tetra quinoxalyl porphyrinate cobalt		
ル)ポルフィリナト鉛	5,10,15,20-tetra quinoxalyl porphyrinate lead			
5,10,15,20ーテトラ(4-ピリジ	5,10,15,20-tetra quir	noxalyl porphy	rinate nickel	
ル)ポルフィリンニッケル	5,10,15,20-tetra	quinoxalyl	porphyrinate	
5,10,15,20ーテトラ(4-ピリジ	magnesium			
ル)ポルフィリンマグネシウム	5,10,15,20-tetra quinoxalyl porphyrinate copper			
5,10,15,20ーテトラ(4-ピリジ	5,10,15,20-tetra	quinoxalyl	porphyrinate	
ル)ポルフィリン銅	cadmium			
5,10,15,20ーテトラ(4-ピリジ	5,10,15,20-tetrakis (2-fluorenyl) porphyrin			
ル)ポルフィリンカドミウム	5,10,15,20-tetrakis	(2-fluorenyl)	porphyrinate	
5,10,15,20ーテトラ(4-キノリ	zinc			
ル)ポルフィリン	5,10,15,20-tetrakis	(2-fluorenyl)	porphyrinate	
5,10,15,20ーテトラ(4-キノリ	cobalt			
ル)ポルフィリナト亜鉛	5,10,15,20-tetrakis	(2-fluorenyl)	porphyrinate	
5,10,15,20ーテトラ(4-キノリ	lead			
ル)ポルフィリナトコバルト	5,10,15,20-tetrakis	(2-fluorenyl)	porphyrinate	
5,10,15,20ーテトラ(4-キノリ	nickel			
ル)ポルフィリナト鉛	5,10,15,20-tetrakis	(2-fluorenyl)	porphyrinate	
5,10,15,20ーテトラ(4-キノリ	magnesium			
ル)ポルフィリナトニッケル	5,10,15,20-tetrakis	(2-fluorenyl)	porphyrinate	
5,10,15,20ーテトラ(4-キノリ	copper			
ル)ポルフィリナトマグネシウ	5,10,15,20-tetrakis	(2-fluorenyl)	porphyrinate	
A 5.40.45.00 = 3.5 (4.35.31)	cadmium	, <u> </u>		
5,10,15,20 - テトラ (4-キノリ	5,10,15,20-tetrakis	(2,4- dimeth	oxy phenol)	
ル)ポルフィリナト銅	porphyrin			



5,10,15,20ーテトラ(4-キノリ	5,10,15,20-tetrakis (
ル) ポルフィリナトカドミウム	フィリナト zinc
5,10,15,20ーテトラ(6-キノリ	5,10,15,20-tetrakis (
ル)ポルフィリン	フィリナト cobalt
5,10,15,20ーテトラ(6-キノリ	5,10,15,20-tetrakis (
ル)ポルフィリナト亜鉛	フィリナト lead
5,10,15,20ーテトラ(6-キノリ	5,10,15,20-tetrakis (
ル) ポルフィリナトコバルト	フィリナト nickel
5,10,15,20ーテトラ(6-キノリ	5,10,15,20-tetrakis (
ル) ポルフィリナト鉛	フィリナト magnes
5,10,15,20ーテトラ(6-キノリ	5,10,15,20-tetrakis (
ル) ポルフィリナトニッケル	フィリナト copper
5,10,15,20ーテトラ(6-キノリ	5,10,15,20-tetrakis (
ル) ポルフィリナトマグネシウ	フィリナト cadmiur
A	5,10,15,20-tetrakis (
5,10,15,20ーテトラ(6-キノリ	5,10,15,20-tetrakis (
ル)ポルフィリナト銅	zinc
5,10,15,20ーテトラ(6-キノリ	5,10,15,20-tetrakis (
ル) ポルフィリナトカドミウム	cobalt
5,10,15,20 - テトラキノキサリ	5,10,15,20-tetrakis (
ルポルフィリン	lead
5,10,15,20ーテトラキノキサリ	5,10,15,20-tetrakis (
ルポルフィリナト亜鉛	nickel
5,10,15,20ーテトラキノキサリ	5,10,15,20-tetrakis (
ルポルフィリナトコバルト	magnesium
5,10,15,20ーテトラキノキサリ	5,10,15,20-tetrakis (
ルポルフィリナト鉛	copper
5,10,15,20ーテトラキノキサリ	5,10,15,20-tetrakis (
ルポルフィリナトニッケル	cadmium
5,10,15,20ーテトラキノキサリ	5,10,15,20-tetra biph
ルポルフィリナトマグネシウム	5,10,15,20-tetra biph
5,10,15,20ーテトラキノキサリ	5,10,15,20-tetra biph
ルポルフィリナト銅	5,10,15,20-tetra biph
5,10,15,20ーテトラキノキサリ	5,10,15,20-tetra biph
ルポルフィリナトカドミウム	5,10,15,20-tetra biph
5,10,15,20ーテトラキス(2-フ	5,10,15,20-tetra

5,10,15,20-tetrakis	(2,4- dimethoxy	y phenol) poly
フィリナト zinc		
5,10,15,20-tetrakis	(2,4- dimethoxy	y phenol) poly
フィリナト cobalt		
5,10,15,20-tetrakis フィリナト lead	(2,4- dimethoxy	y phenol) poly
5,10,15,20-tetrakis	(2,4- dimethoxy	y phenol) poly
フィリナト nickel		
5,10,15,20-tetrakis フィリナト magne	`	y phenol) poly
		unhamal\ mahu
5,10,15,20-tetrakis フィリナト coppe	•	y pnenoi) poly
5,10,15,20-tetrakis	(2.4- dimethox)	v phenol) polv
フィリナト cadmit	•	, [
5,10,15,20-tetrakis		norphyrin
5,10,15,20-tetrakis	(z-mitophenyi)	porpriymate
zinc	(2)	
5,10,15,20-tetrakis	(2-nitrophenyl)	porphyrinate
cobalt		
5,10,15,20-tetrakis	(2-nitrophenyl)	porphyrinate
lead		
5,10,15,20-tetrakis	(2-nitrophenyl)	porphyrinate
nickel		
5,10,15,20-tetrakis	(2-nitrophenyl)	porphyrinate
magnesium	(,,
5,10,15,20-tetrakis	(2-nitrophenyl)	nornhyrinate
copper	(Z-miloprichy)	porpriymate
5,10,15,20-tetrakis	(2-nitrophenyl)	porphyrinate
cadmium	,	
5,10,15,20-tetra bij	ohenvl porphyri	n
5,10,15,20-tetra bij		
5,10,15,20-tetra bij		
•		
5,10,15,20-tetra bij		
5,10,15,20-tetra bij	• • • •	
5,10,15,20-tetra bip	• • •	nate copper
5,10,15,20-tetra	biphenyl	porphyrinate



ルオレニル) ポルフィリン cadmium 鉛

ルオレニル) ポルフィリナトコ cobalt バルト

5,10,15,20ーテトラキス(2-フ lead 5,10,15,20 - テトラキス (2-フ nickel ッケル

ルオレニル) ポルフィリナトマ copper グネシウム

ルオレニル) ポルフィリナト銅 of a A group, 5,10,15,20 - テトラキス (2-フ 5,10,15,20-tetraphenyl

ジメトキシフェノール) ポリフ 5,10,15,20-tetraphenyl ィリン

ドミウム

5,10,15,20 - テトラキス (2,4- porphyrinate ィリナト亜鉛

5,10,15,20ーテトラキス(2,4-ジメトキシフェノール) ポリフ ィリナトコバルト

5,10,15,20ーテトラキス(2,4-ジメトキシフェノール) ポリフ ィリナト鉛

5,10,15,20 - テトラキス (2,4-ジメトキシフェノール) ポリフ ィリナトニッケル

5,10,15,20ーテトラキス(2,4-

5,10,15,20 - テトラキス (2-フ 2, 3, 7, 8, 12,13,17,18-octaethyl porphyrin

ルオレニル) ポルフィリナト亜 2, 3, 7, 8, 12,13,17,18-octaethyl porphyrinate zinc

5,10,15,20ーテトラキス (2-フ 2, 3, 7, 8, 12,13,17,18-octaethyl porphyrinate

2, 3, 7, 8, 12,13,17,18-octaethyl porphyrinate

ルオレニル) ポルフィリナト鉛 2, 3, 7, 8, 12,13,17,18-octaethyl porphyrinate

ルオレニル) ポルフィリナトニ 2, 3, 7, 8, 12,13,17,18-octaethyl porphyrinate magnesium

5,10,15,20ーテトラキス (2-フ 2, 3, 7, 8, 12,13,17,18-octaethyl porphyrinate

2, 3, 7, 8, 12,13,17,18-octaethyl porphyrinate 5,10,15,20ーテトラキス (2-フ cadmium, in addition, in the porphyrin derivative

porphyrinate zinc, ルオレニル) ポルフィリナトカ 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrinate cobalt, and 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrinate lead, 5,10,15,20 - テトラキス (2,4- 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrinate nickel, and porphyrinate 5,10,15,20-tetraphenyl magnesium, and copper, ジメトキシフェノール) ポリフ 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrinate cadmium are more preferable.

JP5-275771-A



ジメトキシフェノール) ポリフィリナトマグネシウム

5,10,15,20 - テトラキス (2,4-ジメトキシフェノール) ポリフィリナト銅

5,10,15,20 - テトラキス (2,4-ジメトキシフェノール) ポリフィリナトカドミウム

5,10,15,20ーテトラキス (2-ニトロフェニル) ポルフィリン 5,10,15,20ーテトラキス (2-ニトロフェニル) ポルフィリナト 亜鉛

5,10,15,20ーテトラキス (2-ニ トロフェニル) ポルフィリナト コバルト

5,10,15,20ーテトラキス (2-ニ トロフェニル) ポルフィリナト 鉛

5,10,15,20 - テトラキス (2-ニトロフェニル) ポルフィリナトニッケル

5,10,15,20ーテトラキス (2-ニ トロフェニル) ポルフィリナト マグネシウム

5,10,15,20 - テトラキス (2-ニ トロフェニル) ポルフィリナト 銅

5,10,15,20ーテトラキス (2-ニ トロフェニル) ポルフィリナト カドミウム

5,10,15,20ーテトラビフェニル ポルフィリン

5,10,15,20ーテトラビフェニル ポルフィリナト亜鉛

5,10,15,20ーテトラビフェニル



ポルフィリナトコバルト 5,10,15,20ーテトラビフェニル ポルフィリナト鉛 5,10,15,20 - テトラビフェニル ポルフィリナトニッケル 5,10,15,20ーテトラビフェニル ポルフィリナト銅 5,10,15,20ーテトラビフェニル ポルフィリナトカドミウム 2,3,7,8,12,13,17,18 -オクタ エチルポルフィリン 2,3,7,8,12,13,17,18 - オクタ エチルポルフィリナト亜鉛 2,3,7,8,12,13,17,18 - オクタ エチルポルフィリナトコバルト 2,3,7,8,12,13,17,18 - オクタ エチルポルフィリナト鉛 2,3,7,8,12,13,17,18 - オクタ エチルポルフィリナトニッケル 2,3,7,8,12,13,17,18 - オクタ エチルポルフィリナトマグネシ ウム 2,3,7,8,12,13,17,18 - オクタ エチルポルフィリナト銅 2,3,7,8,12,13,17,18 -オクタ エチルポルフィリナトカドミウ なお、A群のポルフィリン誘導 体のうち、5,10,15,20-テトラ フェニルポルフィリン、 5,10,15,20-テトラフェニルポ ルフィリナト亜鉛、5,10,15,20 ーテトラフェニルポルフィリナ トコバルト、5,10,15,20ーテト ラフェニルポルフィリナト鉛、 5,10,15,20ーテトラフェニルポ



ルフィリナトニッケル、 5,10,15,20ーテトラフェニルポ ルフィリナトマグネシウム、 5,10,15,20 - テトラフェニルポ ルフィリナト銅及び 5,10,15,20 ーテトラフェニルポルフィリナ トカドミウムがより好ましい。

[0008]

とができる。たとえば、分子線 method, etc. 着前に予め分子線源室内の試料 follows. どによって排気されることによ desirable. きないことがある。分子線源室 desirable.

[8000]

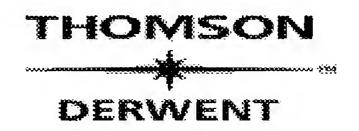
この発明のポルフィリン薄膜 The porphyrin thin film of this invention is は、分子線蒸着法、電子ビーム producible by the molecular-beam vapor 蒸着法、イオン・クラスター・ deposition method, the electron-beam vapor ビーム法などにより作製するこ deposition method, the ion * cluster * beam

蒸着法による場合は次ようにし For example, when based on a molecular-beam て行う。分子線蒸着装置は、蒸 vapor deposition method, it carries out as

の脱気を行えるようにするため In order that a molecular-beam vapor deposition に、成長室と分子線源室とが独 apparatus may enable it to perform the 立の真空ポンプを有し、かつゲ de-gassification of the sample of source ートバルブなどによりそれらの chamber interior of a molecular beam 室内の雰囲気を分離/接続でき beforehand before vapor deposition, it has a るようになったものが好まし vacuum pump with independent growth い。成長室は、クライオポンプ、 chamber and source room of a molecular beam, イオンポンプ、チタンゲッター and what can separate / connect those indoor ポンプ、液体窒素シュラウドな atmosphere now by a gate valve etc. is

り、その圧力がポルフィリン誘 Growth chamber, by exhaust of a cryopump, an 導体蒸着時に10-7Torr未 ion pump, a titanium getter pump, a liquid 満になるようなものが好まし nitrogen shroud, etc., that from which the い。蒸着時の圧力が10⁻⁷To pressure becomes less than 10⁻⁷Torr at the r r 以上になると多層薄膜がで time of porphyrin derivative vapor deposition is

は、成長室とは独立に排気でき A multilayered film may not be made if the るようになっているものが好ま pressure at the time of vapor deposition しい。成長室と独立に排気でき becomes more than 10⁻⁷Torr.



く、蒸着時に成長室内の圧力を growth chamber is desirable. 難となり、多層薄膜ができにく い傾向がある。

るようになっていない場合、蒸 As for the source room of a molecular beam, 着前の試料の脱気が行いにく what can be exhausted now independently of a

10⁻⁷Torrに保つことが困 When it can exhaust independently of a growth chamber, it is hard to perform de-gassification of the sample before vapor deposition, and it becomes difficult to keep the pressure of growth chamber interior at 10⁻⁷Torr at the time of vapor deposition, there is an inclination which cannot do a multilayered film easily.

[0009]

行うのが好ましい。充分な脱気 sufficient de-gassification. 線として飛行させ、基板上に堆 room of a molecular beam in vacuum. 積させることにより行う。

[0009]

試料については、充分な脱気を About a sample, it is desirable to perform

を行わない場合、蒸着時に成長 When not performing sufficient de-gassification, 室内の圧力を10⁻⁷Torrに it becomes difficult to keep the pressure of 保つことが困難となり、多層薄 growth chamber interior at 10-7 Torr at the time 膜ができにくい傾向がある。試 of vapor deposition, there is an inclination which 料の蒸着は、真空下で、分子線 cannot do a multilayered film easily.

源室のヒータにより試料を加熱 Vapor deposition of a sample evaporates by 蒸発させ、これを成長室に分子 heating a sample at the heater of the source

> This is flown as a molecular beam to a growth chamber.

> It carries out by making it deposit on a base plate.

[0010]

などでモニタしながら、まずポ oscillating-type

[0010]

種類の異なる複数のポルフィリ When vapor-depositing laminate about two or ン誘導体a, b, c, d, e, more porphyrin derivatives a, b, c, d, and e …について積層蒸着を行う場 and... from which a kind differs, carrying out the 合、堆積量を水晶振動式膜厚計 monitor of the alimentation by a quartz-crystal thickness gage etc., it ルフィリン誘導体 a についての vapor-deposits only about the porphyrin み蒸着を行い、所定の堆積量に derivative a first, and vapor deposition is



次に、ポルフィリン誘導体bに alimentation. 要に応じて、a, b, c, …、 further performed. を行ってもよい。なお、接触す c..., a, b and c, and... 限定されない。

[0011]

するのに時間がかかりすぎて実 /min. 0℃に加熱するのが好ましい。 未満になりやすい。400℃を Angstrom /min. た薄膜になる場合がある。

[0012]

達したところで蒸着を終える。 finished in the place which reached fixed

ついて同様に蒸着を行い、さら Next, it vapor-deposits similarly about the に各ポルフィリン誘導体 c, d, porphyrin derivative b, and each porphyrin e, …と蒸着を行っていく。必 derivatives c, d, and e..., vapor deposition are

a, b, c, …という繰り返し As required, it may perform the repeating a, b,

る層同志が異なるポルフィリン In addition, the order will not be limited if made 誘導体からなれば、その順序は of a porphyrin derivative from which the layer element who contacts differs.

[0011]

それぞれの層の蒸着時の堆積速 As for the deposition velocity at the time of 度は、 $0.01\sim1000$ オン vapor deposition of each layer, it is desirable グストローム/分であるのが好 that it is 0.01-1000Angstrom/min.

ましい。0. 0 1 オングストロ It takes too much time to form a film and is not ーム/分未満になると膜を形成 practical if it becomes less than 0.01 Angstrom

用的でない。1000オングス If 1000-Angstrom /min is exceeded, a トローム/分を越えると多層薄 multilayered film cannot be made easily.

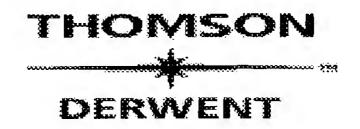
膜ができにくい。蒸着時の分子 As for the sample in the source of a molecular 線源内の試料は、 $100\sim40$ beam at the time of vapor deposition, it is desirable to heat at 100 - 400 degrees C.

100℃未満では、堆積速度が If it is less than 100 degrees C, the deposition 0. 0 1 オングストローム/分 velocity tends to become less than

越えるとポルフィリン誘導体が If 400 degrees C is exceeded, it is easy to 分解しやすく、不純物の含まれ degrade a porphyrin derivative, and it may become the thin film in which the impurity was contained.

[0012]

基板としては、材質が、シリコ As a base plate, materials are inorganic ン、ゲルマニウム、ニッケル、 materials, such as metals, such as silicone, クロム、チタン、金、銀、白金 germanium, nickel, chrome, titanium, gold,



び真空中で安定な物質であれば component etc. よい。これらの基板材料は、そ の表面を研磨などにより平滑に し、さらに洗浄し、油分などに よるよごれを除去しておくのが 望ましい。

などの金属や、これらの少なく silver, and platinum, the alloy with which it has とも1種類を主成分とする合金 these at least 1 type as a main component, や、ガラス、ITOガラス、炭 glass and ITO glass, a carbon, a silica, an 素、シリカ、アルミナ、マグネ alumina, magnesia, a zirconia, a titania, a シア、ジルコニア、チタニア、 strontium titanate, boron nitride, a silicon nitride, ストロンチウムチタネート、窒 silicon carbide, a boron carbide, and an 化ホウ素、窒化ケイ素、炭化ケ aluminum nitride, polymeric materials, such as イ素、炭化ホウ素、窒化アルミ polyamide -based films, such as polyester ニウムなどの無機材料や、ポリ -based films, such as a polyolefin-type film, エチレンやポリプロピレンなど polyethylene terephthalates, etc., such as ポリオレフィン系フィルム、ポ polyethylene and a polypropylene, and nylon 6 リエチレンテレフタレート等の film, other polyimide -based, and polystyrene ポリエステル系フィルム、ナイ -based, etc. should just be matter stable in air ロン6フィルムなどのポリアミ and a vacuum at room temperature.

ド系フィルム、その他ポリイミ Such base-plate material makes the surface flat ド系、ポリスチレン系などの高 by polishing etc., it further washes, it is 分子材料など、室温で空気中及 desirable to remove the stain by an oil

[0013]

る。

[0014]

[0013]

蒸着時及び蒸着後の基板温度は As for the substrate temperature after the time 100℃以下に保持するのが好 of vapor deposition, and vapor deposition, it is ましい。100℃を超えると多 desirable to maintain to 100 degrees C or less. 層薄膜になりにくい場合があ If it exceeds 100 degrees C, it may be hard to become a multilayered film.

[0014]

【実施例】

[EXAMPLES]

以下、この発明にかかる実施例 Hereafter, the Example

concerning this



を説明するが、以下の実施例で invention is demonstrated. 使用した原子間力顕微鏡は、 Digital Instruments, Inc. 社製の Nanoscope II AFM であった。 学電機(株)社製のクラツキー 型二軸小角散乱装置であった。

However, the atomic force microscope used in the following Examples was Digital Instruments and Inc. and Nanoscope II AFM.

また、X線回折分析装置は、理 Moreover, the X-ray-diffraction analyser was a Krosky type biaxial small-angle-scattering apparatus by Rigaku-electronic company.

[0015]

実施例1

5, 10, 15, 20-テトラ It 1gを計り取り

、石英るつぼの中に入れ、これ room of a molecular た。

[0015]

Example 1

measures picks 0.1g and フェニルポルフィリン粉末 0. 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin powder, it puts into a quartz crucible, this is put into the source beam of the を成長室と分子線源室とがゲー molecular-beam vapor deposition apparatus トバルブにより雰囲気を分離さ which has a growth chamber and a source room れた状態にある分子線蒸着装置 of a molecular beam in the state where の分子線源室に入れて、液体室 atmosphere was separated by the gate valve, 素トラップのついた油拡散式真 vacuum suction was carried out for 10 hours, 空ポンプにより150℃に加熱 heating at 150 degrees C with the oil しながら10時間真空引きし diffusion-equation vacuum pump which the liquid nitrogen trap attached.

[0016]

ングを行った。そして、これを water on the other hand. した。次に、試料の加熱温度を growth chamber interior.

[0016]

一方、厚みが 0. 5 m m の 4 イ Washing and etching were performed by ンチのシリコンウェハー(10 immersing for 10 minutes in 1% of 0)に、酸素気流中で200℃ hydrogen-fluoride aqueous solution which に加熱しながら紫外線を当て、 applied ultraviolet radiation to silicon-wafer 次に、純水で調整した1%のフ (100) which is 4 inches whose thickness is 0.5 ッ化水素水溶液に10分間浸漬 mm, heating at 200 degrees C in an oxygen air することにより、洗浄、エッチ current, next was adjusted to it with the pure

成長室内の基板ホルダにセット And this was setted to the base-plate holder of

2 4 0 ℃にし、成長室と、クラ Next, heating temperature of a sample is made イオポンプ、イオンポンプ、チ into 240 degrees C, the gate valve which



着時の成長室内圧は3×10⁻¹⁰ 積膜厚は水晶振動子式膜厚計で deposition was 3*10⁻¹⁰ Torr. ろで蒸着を停止した。

タンゲッターポンプ、液体窒素 separated the atmosphere of a growth chamber シュラウドにより 1×1 0⁻¹⁰ and the growth chamber exhausted by the の圧力に排気された成長室との 1*10⁻¹⁰ pressure by the cryopump, the ion 雰囲気を分離していたゲートバ pump, the titanium getter pump, and the liquid ルブを開け、基板への蒸着を開 nitrogen shroud was opened, and the vapor 始した。基板温度は、ホルダを deposition to a base plate was started.

液体窒素で冷却することによ The substrate temperature was maintained at り、-100℃に保持した。蒸 -100 degrees C by cooling a holder by liquid nitrogen.

Torrであった。蒸着時の堆 The growth indoor pressure at the time of vapor

モニタした。堆積膜厚が400 The monitor of the deposition film thickness at オングストロームに達したとこ the time of vapor deposition was carried out by the crystal-oscillator type thickness gage.

> Vapor deposition was stopped in the place where the deposition film thickness amounted to 400 Angstrom.

[0017]

ーテトラフェニルポルフィリン **5,10,15,20-tetraphenyl** 平均粗さが2. 5オングストロ Example 2 ームであった。

実施例2

20-テトラフェニルポルフィ リナト亜鉛薄膜を得た。この膜 の表面の粗さを原子間力顕微鏡 で測定したところ、その自乗平

[0017]

得られた 5, 10, 15, 20 The place measuring roughness of obtained porphyrin thin-film 薄膜表面の粗さを原子間力顕微 surface by atomic force microscope, the square 鏡で測定したところ、その自乗 average roughness was 2.5 Angstrom.

Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, 5,10,15,20-tetra phenyl porphyrinate zinc was 5, 10, 15, 20-F, 7 used, and also it is made to be the same as that フェニルポルフィリンに代え of Example 1, the 5,10,15,20-tetraphenyl て、5, 10, 15, 20 ーテ porphyrinate zinc thin film was obtained.

トラフエニルポルフィリナト亜 When the roughness of the surface of this film 鉛を用いたほかは、実施例1と was measured by atomic force microscope, the 同様にして、5, 10, 15, average square roughness was 2.6 Angstroms.

JP5-275771-A



均粗さが2.6オングストロー ムであった。

[0018]

実施例3

た。この膜の表面の平均粗さを was 2.6 Angstroms. 原子間顕微鏡で測定したとこ ろ、その自乗平均粗さが2.6 オングストロームであった。

[0019]

実施例4

面の粗さを原子間力顕微鏡で測 定したところ、その自乗平均粗 さが2. 5オングストロームで あった。

[0020]

実施例5

[0018]

Example 3

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrinate cobalt was τ , 5, 10, 15, 20- τ used, and also it is made to be the same as that トラフェニルポルフィリナトコ of Example 1, the 5,10,15,20-tetraphenyl バルトを用いたほかは、実施例 porphyrinate cobalt thin film was obtained.

1と同様にして、5, 10, 1 When the average roughness of the surface of 5, 20ーテトラフェニルポル this film was measured under the microscope フィリナトコバルト薄膜を得 between atoms, average square roughness

[0019]

Example 4

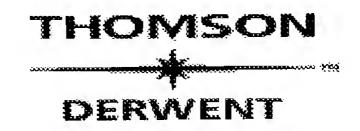
5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrinate lead was τ , 5, 10, 15, 20- τ used, and also it is made to be the same as that トラフェニルポルフィリナト鉛 of Example 1, the 5,10,15,20-tetraphenyl を用いたほかは、実施例1と同 porphyrinate lead thin film was obtained.

様にして、5, 10, 15, 2 When the roughness of the surface of this film 0ーテトラフェニルポルフィリ was measured by atomic force microscope, ナト鉛薄膜を得た。この膜の表 average square roughness was 2.5 Angstrom.

[0020]

Example 5

5, 10, 15, $20-\mathcal{F}$ \mathcal{F} Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin,



た。この膜の表面の粗さを原子 was 2.6 Angstrom. 間力顕微鏡で測定したところ、 その自乗平均粗さが2.6オン グストロームであった。

フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrinate nickel was τ , 5, 10, 15, 20- τ used, and also it is made to be the same as that トラフェニルポルフィリナトニ of Example 1, the 5,10,15,20-tetraphenyl ッケルを用いたほかは、実施例 porphyrinate nickel thin film was obtained.

1 と同様にして、5, 1 0, 1 When the average roughness of the surface of 5, 20ーテトラフェニルポル this film was measured by atomic force フィリナトニッケル薄膜を得 microscope, the square average roughness

[0021]

実施例6

フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetraphenyl グネシウムを用いたほかは、実 5,10,15,20-tetraphenyl 施例1と同様にして、5,10, magnesium thin film was obtained. 原子間力顕微鏡で測定したとこ ろ、その自乗平均粗さが2.6 オングストロームであった。

[0021]

Example 6

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, porphyrinate て、5,10,15,20-テ magnesium was used, and also it is made to be トラフェニルポルフィリナトマ the same as that of Example 1, the porphyrinate

15, 20ーテトラフェニルポ When the roughness of the surface of this film ルフィリナトマグネシウム薄膜 was measured by atomic force microscope, the を得た。この膜の表面の粗さを square average roughness was 2.6 Angstrom.

[0022]

実施例7

[0022]

Example 7

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrinate copper τ , 5, 10, 15, 20- τ was used, and also it is made to be the same as トラフェニルポルフィリナト銅 that of Example 1, the 5,10,15,20-tetraphenyl を用いたほかは、実施例1と同 porphyrinate copper thin film was obtained.

様にして、5, 10, 15, 2 The place which measured the roughness of 0ーテトラフェニルポルフィリ the surface of this film by atomic force

JP5-275771-A



面の粗さを原子間力顕微鏡で測 was 2.5 Angstrom. 定したところ、その自乗平均粗 さが2.5オングストロームで あった。

ナト銅薄膜を得た。この膜の表 microscope, the square average roughness

[0023]

実施例8

得た。この膜の表面の粗さを原 子間力顕微鏡で測定したとこ ろ、その自乗平均粗さが2.6 オングストロームであった。

[0024]

実施例9

定したところ、その自乗平均粗 2.6 Angstrom. さが2.6オングストロームで あった。

[0025]

<u>実施例10</u>

[0023]

Example 8

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrinate cadmium τ , 5, 10, 15, 20- τ was used, and also it is made to be the same as トラフェニルポルフィリナトカ that of Example 1, the 5,10,15,20-tetraphenyl ドミウムを用いたほかは、実施 porphyrinate cadmium thin film was obtained. 例1と同様にして、5, 10, When the roughness of the surface of this film

15, 20ーテトラフェニルポ was measured by atomic force microscope, the ルフィリナトカドミウム薄膜を square average roughness was 2.6 Angstrom.

[0024]

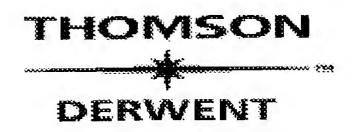
Example 9

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え tetra benzo porphyrin was used and also it is て、テトラベンゾポルフィリン made to be the same as that of Example 1, the を用いたほかは、実施例1と同 tetra benzo porphyrin thin film was obtained.

様にして、テトラベンブポルフ The place which measured the roughness of ィリン薄膜を得た。この膜の表 the surface of this film by atomic force 面の粗さを原子間力顕微鏡で測 microscope, the squareaverage roughness was

[0025]

Example 10



1と同様にして、テトラベンゾ thin film was obtained. その自乗平均粗さが2. 6オン was 2.6 Angstrom. グストロームであった。

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え tetra benzo porphyrinate zinc was used, and て、テトラベンゾポルフィリナ also it is made to be the same as that of ト亜鉛を用いたほかは、実施例 Example 1, the tetra benzo porphyrinate zinc

ポルフィリナト亜鉛薄膜を得 The place which measured the roughness of た。この膜の表面の粗さを原子 the surface of this film by atomic force 間力顕微鏡で測定したところ、 microscope, the square average roughness

[0026]

実施例11

施例1と同様にして、テトラベ thin film was obtained. ころ、その自乗平均粗さが 2. was 2.6 Angstrom. 6オングストロームであった。

[0026]

Example 11

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え tetra benzo porphyrinate cobalt was used, and て、テトラベンゾポルフィリナ also it is made to be the same as that of トコバルトを用いたほかは、実 Example 1, the tetra benzo porphyrinate cobalt

ンゾポルフィリナトコバルト薄 The place which measured the roughness of 膜を得た。この膜の表面の粗さ the surface of this film by atomic force を原子間力顕微鏡で測定したと microscope, the square average roughness

[0027]

実施例12

と同様にして、テトラベンゾポ thin film was obtained. 乗平均粗さが 2. 5オングスト Angstrom. ロームであった。

[0027]

Example 12

5, 10, 15, 20-テトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え tetra benzo porphyrinate lead was used, and て、テトラベンゾポルフィリナ also it is made to be the same as that of ト鉛を用いたほかは、実施例 1 Example 1, the tetra benzo porphyrinate lead

ルフィリナト鉛薄膜を得た。こ When the roughness of the surface of this film の膜の表面の粗さを原子間力顕 was measured by atomic force microscope, 微鏡で測定したところ、その自 the square average roughness was 2.5



[0028]

実施例13

施例1と同様にして、テトラベ thin film was obtained. ころ、その自乗平均粗さが2. 6オングストロームであった。

[0029]

実施例14

測定したところ、その自乗平均 粗さが2. 4オングストローム であった。

[0030]

実施例15

と同様にして、テトラベンゾポ thin film was obtained.

[0028]

Example 13

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え tetra benzo porphyrinate nickel was used, and て、テトラベンゾポルフィリナ also it is made to be the same as that of トニッケルを用いたほかは、実 Example 1, the tetra benzo porphyrinate nickel

ンゾポルフィリナトニッケル薄 When the roughness of the surface of this film 膜を得た。この膜の表面の粗さ was measured by atomic force microscope, the を原子間力顕微鏡で測定したと square average roughness was 2.6 Angstrom.

[0029]

Example 14

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え tetra benzo porphyrinate magnesium was used, て、テトラベンゾポルフィリナ and also it is made to be the same as that of トマグネシウムを用いたほか Example 1, the tetra benzo porphyrinate は、実施例1と同様にして、テ magnesium thin film was obtained.

トラベンゾポルフィリナトマグ When the roughness of the surface of this film ネシウム薄膜を得た。この膜の was measured by atomic force microscope, 表面の粗さを原子間力顕微鏡で square average roughness was 2.4 Angstrom.

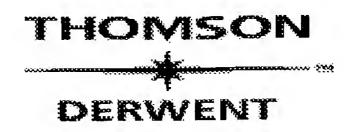
[0030]

Example 15

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え tetra benzo porphyrinate copper was used, and て、テトラベンゾポルフィリナ also it is made to be the same as that of ト銅を用いたほかは、実施例 1 Example 1, the tetra benzo porphyrinate copper

ルフィリナト銅薄膜を得た。こ When the roughness of the surface of this film

JP5-275771-A



乗平均粗さが2.5オングスト ロームであった。

の膜の表面の粗さを原子間力顕 was measured by atomic force microscope, the 微鏡で測定したところ、その自 square average roughness was 2.5 Angstrom.

[0031]

実施例16

実施例1と同様にして、テトラ cadmium thin film was obtained. たところ、その自乗平均粗さが 2. 6オングストロームであっ た。

[0032]

実施例17

トラ (2ーピリジル) ポルフィ リンを用いたほかは、実施例1 と同様にして、5,10,15, 20-テトラ(2-ピリジル) 膜の表面の粗さを原子間力顕微 鏡で測定したところ、その自乗 平均粗さが2.6オングストロ ームであった。

[0033]

実施例18

[0031]

Example 16

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え tetra benzo porphyrinate cadmium was used, て、テトラベンゾポルフィリナ and also it is made to be the same as that of トカドミウムを用いたほかは、 Example 1, the tetra benzo porphyrinate

ベンゾポルフィリナトカドミウ When the roughness of the surface of this film ム薄膜を得た。この膜の表面の was measured by atomic force microscope, the 粗さを原子間力顕微鏡で測定し square average roughness was 2.6 Angstrom.

[0032]

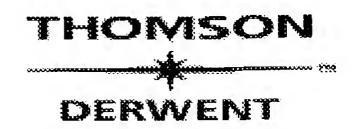
Example 17

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetra (2-pyridyl) porphyrin was used, て、5, 10, 15, 20ーテ and also it is made to be the same as that of Example 1, the 5,10,15,20-tetra (2-pyridyl) porphyrin thin film was obtained.

When the roughness of the surface of this film was measured by atomic force microscope, the ポルフィリン薄膜を得た。この square average roughness was 2.6 Angstrom.

[0033]

Example 18



施例1と同様にして、5,10, obtained. 原子間力顕微鏡で測定したとこ ろ、その自乗平均粗さが2.5 オングストロームであった。

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetra (2-pyridyl) porphyrinate zinc τ , 5, 10, 15, 20- τ was used, and also it is made to be the same as トラ (2ーピリジル) ポルフィ that of Example 1, the 5,10,15,20-tetra リナト亜鉛を用いたほかは、実 (2-pyridyl) porphyrinate zinc thin film was

15, 20ーテトラ (2ーピリ When the roughness of the surface of this film ジル) ポルフィリナト亜鉛薄膜 was measured by atomic force microscope, the を得た。この膜の表面の粗さを square average roughness was 2.5 Angstrom.

[0034]

実施例 1 9

は、実施例1と同様にして、5, obtained. 面の粗さを原子間力顕微鏡で測 定したところ、その自乗平均粗 さが2. 6オングストロームで あった。

[0035]

実施例20

[0034]

Example 19

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetra (2-pyridyl) porphyrinate cobalt て、5, 10, 15, 20-テ was used, and also it is made to be the same as トラ (2ーピリジル) ポルフィ that of Example 1, the 5,10,15,20-tetra リナトコバルトを用いたほか (2-pyridyl) porphyrinate cobalt thin film was

10, 15, 20-テトラ (2 When the roughness of the surface of this film ーピリジル) ポルフィリナトコ was measured by atomic force microscope, the バルト薄膜を得た。この膜の表 square average roughness was 2.6 Angstrom.

[0035]

Example 20

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetra (2-pyridyl) porphyrinate lead て、5, 10, 15, 20 ーテ was used, and also it is made to be the same as トラ (2ーピリジル) ポルフィ that of Example 1, the 5,10,15,20-tetra リナト鉛を用いたほかは、実施 (2-pyridyl) porphyrinate lead thin film was



例 1 と同様にして、5, 10, obtained. 子間力顕微鏡で測定したとこ was 2.5 Angstrom. ろ、その自乗平均粗さが2.5 オングストロームであった。

15, 20ーテトラ (2ーピリ The place which measured the roughness of ジル) ポルフィリナト鉛薄膜を the surface of this film by atomic force 得た。この膜の表面の粗さを原 microscope, the square average roughness

[0036]

実施例21

は、実施例1と同様にして、5, obtained. 面の粗さを原子間力顕微鏡で測 定したところ、その自乗平均粗 さが2.6オングストロームで あった。

[0036]

Example 21

5, 10, 15, 20-F \triangleright \triangleright Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetra (2-pyridyl) porphyrinate nickel て、5,10,15,20一テ was used, and also it is made to be the same as トラ (2ーピリジル) ポルフィ that of Example 1, the 5,10,15,20-tetra リナトニッケルを用いたほか (2-pyridyl) porphyrinate nickel thin film was

10, 15, 20ーテトラ (2 When the roughness of the surface of this film ーピリジル) ポルフィリナトニ measured by atomic force microscope, the ッケル薄膜を得た。この膜の表 square average roughness was 2.6 Angstrom.

[0037]

<u>実</u>施例22

リナトマグネシウムを用いたほ 5,10,15,20-tetra の膜の表面の粗さを原子間力顕 was 2.4 Angstrom.

[0037]

Example 22

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetra (2-pyridyl) porphyrinate て、5, 10, 15, 20- magnesium was used, and also it is made to be トラ (2ーピリジル) ポルフィ the same as that of Example 1, the (2-pyridyl) porphyrinate かは、実施例 1 と同様にして、 magnesium thin film was obtained.

5, 10, 15, 20ーテトラ The place which measured the roughness of (2ーピリジル) ポルフィリナ the surface of this film by atomic force トマグネシウム薄膜を得た。こ microscope that square average roughness

JP5-275771-A



微鏡で測定したところ、その自 乗平均粗さが2. 4オングスト ロームであった。

[0038]

<u>実施例23</u>

例1と同様にして、5,10, 子間力顕微鏡で測定したとこ ろ、その自乗平均粗さが2.5 オングストロームであった。

[0039]

実施例24

フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetra (2-pyridyl) リナトカドミウムを用いたほか 5,10,15,20-tetra 表面の粗さを原子間力顕微鏡で 測定したところ、その自乗平均 粗さが2.6オングストローム であった。

[0040]

[0038]

Example 23

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetra (2-pyridyl) porphyrinate copper て、5, 10, 15, 20ーテ was used, and also it is made to be the same as トラ (2ーピリジル) ポルフィ that of Example 1, the 5,10,15,20-tetra リナト銅を用いたほかは、実施 (2-pyridyl) porphyrinate copper thin film was obtained.

15, 20 ーテトラ(2 ーピリ When the roughness of the surface of this film is ジル) ポルフィリナト銅薄膜を measured by atomic force microscope, the 得た。この膜の表面の粗さを原 square average roughness was 2.5 Angstrom.

[0039]

Example 24

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, porphyrinate て、5, 10, 15, 20ーテ cadmium was used, and also it is made to be トラ (2ーピリジル) ポルフィ the same as that of Example 1, the (2-pyridyl) porphyrinate は、実施例1と同様にして、5, cadmium thin film was obtained.

10, 15, 20ーテトラ (2 The roughness of the surface of this film was ーピリジル) ポルフィリナトカ measured by atomic force microscope, the ドミウム薄膜を得た。この膜の square average roughness was 2.6 Angstrom.

[0040]

JP5-275771-A



実施例25

膜の表面の粗さを原子間力顕微 was 2.6 Angstrom. 鏡で測定したところ、その自乗 平均粗さが2.6オングストロ ームであった。

[0041]

実施例26

施例1と同様にして、5, 10, obtained. 原子間力顕微鏡で測定したとこ Angstrom. ろ、その自乗平均粗さが2.5 オングストロームであった。

[0042]

実施例27

Example 25

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetra (3-pyridyl) porphyrin was used, τ , 5, 10, 15, 20- τ and also it is made to be the same as that of トラ (3ーピリジル) ポルフィ Example 1, the 5,10,15,20-tetra (3-pyridyl) リンを用いたほかは、実施例 1 porphyrin thin film was obtained.

と同様にして、5, 10, 15, The place which measured the roughness of 20ーテトラ(3ーピリジル) the surface of this film by atomic force ポルフィリン薄膜を得た。この microscope, the square average roughness

[0041]

Example 26

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetra (3-pyridyl) porphyrinate zinc て、5,10,15,20一テ was used, and also it is made to be the same as トラ(3-ピリジル)ポルフィ that of Example 1, the 5,10,15,20-tetra リナト亜鉛を用いたほかは、実 (3-pyridyl) porphyrinate zinc thin film was

15, 20 ーテトラ (3-ピリ When the roughness of the surface of this film ジル) ポルフィリナト亜鉛薄膜 was measured by atomic force microscope, を得た。この膜の表面の粗さを the square average roughness was 2.5

[0042]

Example 27

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetra (3-pyridyl) porphyrinate cobalt て、5, 10, 15, 20-テ was used, and also it is made to be the same as トラ(3-ピリジル)ポルフィ that of Example 1, the 5,10,15,20-tetra リナトコバルトを用いたほか (3-pyridyl) porphyrinate cobalt thin film was



は、実施例1と同様にして、5, obtained. 面の粗さを原子間力顕微鏡で測 定したところ、その自乗平均粗 さが2.6オングストロームで あった。

10, 15, 20ーテトラ (3 When the roughness of the surface of this film ーピリジル) ポルフィリナトコ was measured by atomic force microscope, the バルト薄膜を得た。この膜の表 square average roughness was 2.6 Angstrom.

[0043]

実施例28

例1と同様にして、5,10, 子間力顕微鏡で測定したとこ ろ、その自乗平均粗さが2.5 オングストロームであった。

[0043]

Example 28

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetra (3-pyridyl) porphyrinate lead τ , 5, 10, 15, 20- τ was used, and also it is made to be the same as トラ (3ーピリジル) ポルフィ that of Example 1, the 5,10,15,20-tetra リナト鉛を用いたほかは、実施 (3-pyridyl) porphyrinate lead thin film was obtained.

15, 20ーテトラ (3ーピリ When the roughness of the surface of this film ジル) ポルフィリナト鉛薄膜を was measured by atomic force microscope, the 得た。この膜の表面の粗さを原 square average roughness was 2.5 Angstrom.

[0044]

実施例 2 9

は、実施例1と同様にして、5, obtained. 面の粗さを原子間力顕微鏡で測

[0044]

Example 29

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetra (3-pyridyl) porphyrinate nickel て、5, 10, 15, 20ーテ was used, and also it is made to be the same as トラ (3ーピリジル) ポルフィ that of Example 1, the 5,10,15,20-tetra リナトニッケルを用いたほか (3-pyridyl) porphyrinate nickel thin film was

10, 15, 20ーテトラ (3 When the roughness of the surface of this film ーピリジル) ポルフィリナトニ was measured by atomic force microscope, the ッケル薄膜を得た。この膜の表 square average roughness was 2.6 Angstrom.



定したところ、その自乗平均粗 さが2.6オングストロームで あった。

[0045]

<u>実施例30</u>

フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetra (3-pyridyl) リナトマグネシウムを用いたほ 5,10,15,20-tetra の膜の表面の粗さを原子間力顕 微鏡で測定したところ、その自 乗平均粗さが2. 4オングスト ロームであった。

[0046]

実施例31

例1と同様にして、5,10, 子間力顕微鏡で測定したとこ ろ、その自乗平均粗さが2.5 オングストロームであった。

[0047]

[0045]

Example 30

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, porphyrinate て、5, 10, 15, 20ーテ magnesium was used, and also it is made to be トラ (3ーピリジル) ポルフィ the same as that of Example 1, the (3-pyridyl) porphyrinate かは、実施例1と同様にして、 magnesium thin film was obtained.

5, 10, 15, 20ーテトラ When the roughness of the surface of this film (3ーピリジル) ポルフィリナ was measured by atomic force microscope, the トマグネシウム薄膜を得た。こ square average roughness was 2.4 Angstrom.

[0046]

Example 31

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetra (3-pyridyl) porphyrinate copper τ , 5, 10, 15, 20- τ was used, and also it is made to be the same as トラ (3ーピリジル) ポルフィ that of Example 1, the 5,10,15,20-tetra リナト銅を用いたほかは、実施 (3-pyridyl) porphyrinate copper thin film was obtained.

15, 20ーテトラ(3ーピリ When the roughness of the surface of this film ジル) ポルフィリナト銅薄膜を was measured by atomic force microscope, the 得た。この膜の表面の粗さを原 square average roughness was 2.5 Angstrom.

[0047]



実施例32

リナトカドミウムを用いたほか 5,10,15,20-tetra は、実施例1と同様にして、5, cadmium thin film was obtained. 表面の粗さを原子間力顕微鏡で 測定したところ、その自乗平均 粗さが2.6オングストローム であった。

[0048]

実施例33

20ーテトラ (4ーピリジル) 膜の表面の粗さを原子間力顕微 鏡で測定したところ、その自乗 平均粗さが2.6オングストロ ームであった。

[0049]

<u>実施例34</u>

Example 32

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetra (3-pyridyl) porphyrinate て、5, 10, 15, 20-テ cadmium was used, and also it is made to be トラ (3ーピリジル) ポルフィ the same as that of Example 1, the (3-pyridyl) porphyrinate

 $1\ 0$, $1\ 5$, $2\ 0$ - \mathcal{F} F \mathcal{F} (3 When the roughness of the surface of this film ーピリジル) ポルフィリナトカ was measured by atomic force microscope, the ドミウム薄膜を得た。この膜の square average roughness was 2.6 Angstrom.

[0048]

Example 33

5, 10, 15, 20- > > > Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetra (4-pyridyl) porphyrin was used, て、5, 10, 15, 20 ーテ and also it is made to be the same as that of トラ (4ーピリジル) ポルフィ Example 1, the 5,10,15,20-tetra (4-pyridyl) リンを用いたほかは、実施例 1 porphyrin thin film was obtained.

と同様にして、5, 10, 15, When the roughness of the surface of this film was measured by atomic force microscope, the ポルフィリン薄膜を得た。この square average roughness was 2.6 Angstrom.

[0049]

Example 34

フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetra (4-pyridyl) porphyrinate zinc て、5, 10, 15, 20ーテ was used, and also it is made to be the same as トラ (4ーピリジル) ポルフィ that of Example 1, the 5,10,15,20-tetra



施例1と同様にして、5,10, 原子間力顕微鏡で測定したとこ ろ、その自乗平均粗さが2.5 オングストロームであった。

リナト亜鉛を用いたほかは、実 (4-pyridyl) porphyrinate zinc thin film was obtained.

15, 20 ーテトラ $(4- \mathbb{C}$ リ When the roughness of the surface of this film ジル)ポルフィリナト亜鉛薄膜 was measured by atomic force microscope, the を得た。この膜の表面の粗さを square average roughness was 2.5 Angstrom.

[0050]

実施例35

は、実施例1と同様にして、5, 面の粗さを原子間力顕微鏡で測 定したところ、その自乗平均粗 さが2. 6オングストロームで あった。

[0050]

Example 35

5, 10, 15, 20- > > > Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetra (4-pyridyl) porphyrinate cobalt て、5,10,15,20一テ was used, and also it is made to be the same as トラ (4ーピリジル) ポルフィ that of Example 1, the 5,10,15,20-tetra リナトコバルトを用いたほか (4-pyridyl) porphyrinate cobalt thin film was obtained.

 $1\ 0\,,\ 1\ 5\,,\ 2\ 0\ - \mathcal{T}\ \mathsf{F}\ \mathsf{\mathcal{T}}$ ($4\ \$ When the roughness of the surface of this film ーピリジル)ポルフィリナトコ was measured by atomic force microscope, the バルト薄膜を得た。この膜の表 square average roughness was 2.6 Angstrom.

[0051]

実施例36

例1と同様にして、5,10,

[0051]

Example 36

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetra (4-pyridyl) porphyrinate lead て、5, 10, 15, 20ーテ was used, and also it is made to be the same as トラ (4ーピリジル) ポルフィ that of Example 1, the 5,10,15,20-tetra リナト鉛を用いたほかは、実施 (4-pyridyl) porphyrinate lead thin film was obtained.

15, 20 ーテトラ $(4- {\rm ピ} {\rm J})$ When the roughness of the surface of this film ジル)ポルフィリナト鉛薄膜を was measured by atomic force microscope, the 得た。この膜の表面の粗さを原 square average roughness was 2.5 Angstrom.



子間力顕微鏡で測定したとこ ろ、その自乗平均粗さが2.5 オングストロームであった。

[0052]

実施例37

は、実施例1と同様にして、5, obtained. 面の粗さを原子間力顕微鏡で測 Angstrom. 定したところ、その自乗平均粗 さが2.6オングストロームで あった。

[0053]

実施例38

リナトマグネシウムを用いたほ 5,10,15,20-tetra の膜の表面の粗さを原子間力顕 Example 39 ロームであった。

<u>実施例39</u>

[0052]

Example 37

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetra (4-pyridyl) porphyrinate nickel τ , 5, 10, 15, 20- τ was used, and also it is made to be the same as トラ (4ーピリジル) ポルフィ that of Example 1, the 5,10,15,20-tetra リナトニッケルを用いたほか (4-pyridyl) porphyrinate nickel thin film was

10, 15, 20ーテトラ (4 When the roughness of the surface of this film ーピリジル) ポルフィリナトニ was measured by atomic force microscope, the ッケル薄膜を得た。この膜の表 square -- average roughness was 2.6

[0053]

Example 38

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え **5,10,15,20-tetra (4-pyridyl)** porphyrinate て、5, 10, 15, 20-テ magnesium was used, and also it is made to be トラ (4ーピリジル) ポルフィ the same as that of Example 1, the (4-pyridyl) porphyrinate かは、実施例1と同様にして、 magnesium thin film was obtained.

5, 10, 15, 20ーテトラ When the roughness of the surface of this film (4ーピリジル) ポルフィリナ was measured by atomic force microscope, the トマグネシウム薄膜を得た。こ square average roughness was 2.4 Angstrom.

38/80

微鏡で測定したところ、その自 Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, 乗平均粗さが 2. 4 オングスト 5,10,15,20-tetra (4-pyridyl) porphyrinate copper was used, and also it is made to be the same as that of Example 1, the 5,10,15,20-tetra



フェニルポルフィリンに代え obtained. 例1と同様にして、5,10, 15, 20ーテトラ (4ーピリ ジル) ポルフィリナト銅薄膜を 得た。この膜の表面の粗さを原 子間力顕微鏡で測定したとこ ろ、その自乗平均粗さが2.5 オングストロームであった。

5, 10, 15, 20ーテトラ (4-pyridyl) porphyrinate copper thin film was

て、5, 10, 15, 20ーテ When the roughness of the surface of this film トラ (4ーピリジル) ポルフィ was measured by atomic force microscope, the リナト銅を用いたほかは、実施 square average roughness was 2.5 Angstrom.

[0054]

実施例40

リナトカドミウムを用いたほか 5,10,15,20-tetra は、実施例1と同様にして、5, cadmium thin film was obtained. 表面の粗さを原子間力顕微鏡で 測定したところ、その自乗平均 粗さが2.6オングストローム であった。

[0055]

実施例41

リンを用いたほかは、実施例 1 porphyrin thin film was obtained.

[0054]

Example 40

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetra (4-pyridyl) porphyrinate て、5, 10, 15, 20ーテ cadmium was used, and also it is made to be トラ (4ーピリジル) ポルフィ the same as that of Example 1, the (4-pyridyl) porphyrinate

10, 15, 20-F \triangleright 9 9 9 10, 15, 20-F \triangleright 9 9 10, 15, 20-Fーピリジル)ポルフィリナトカ was measured by atomic force microscope, the ドミウム薄膜を得た。この膜の square average roughness was 2.6 Angstrom.

[0055]

Example 41

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetra (4-quinolyl) porphyrin was $\mathsf{T}, \ 5, \ 10, \ 15, \ 20-\mathcal{F}$ used, and also it is made to be the same as that トラ (4ーキノリル) ポルフィ of Example 1, the 5,10,15,20-tetra (4-quinolyl)



膜の表面の粗さを原子間力顕微 鏡で測定したところ、その自乗 平均粗さが2.6オングストロ ームであった。

と同様にして、5, 10, 15, When the roughness of the surface of this film 20ーテトラ (4ーキノリル) was measured by atomic force microscope, the ポルフィリン薄膜を得た。この square average roughness was 2.6 Angstrom.

[0056]

実施例42

施例1と同様にして、5, 10, obtained. 原子間力顕微鏡で測定したとこ ろ、その自乗平均粗さが2.5 オングストロームであった。

[0057]

実施例43

は、実施例1と同様にして、5, obtained. 面の粗さを原子間力顕微鏡で測 定したところ、その自乗平均粗

[0056]

Example 42

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetra (4-quinolyl) porphyrinate zinc て、5,10,15,20一テ was used, and also it is made to be the same as トラ (4ーキノリル) ポルフィ that of Example 1, the 5,10,15,20-tetra リナト亜鉛を用いたほかは、実 (4-quinolyI) porphyrinate zinc thin film was

15, 20-F > 5 (4-+) When the roughness of the surface of this film リル)ポルフィリナト亜鉛薄膜 was measured by atomic force microscope, the を得た。この膜の表面の粗さを square average roughness was 2.5 Angstrom.

[0057]

Example 43

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetra (4-quinolyl) porphyrinate cobalt て、5, 10, 15, 20 ーテ was used, and also it is made to be the same as トラ (4ーキノリル) ポルフィ that of Example 1, the 5,10,15,20-tetra リナトコバルトを用いたほか (4-quinolyl) porphyrinate cobalt thin film was

10, 15, 20ーテトラ (4 When the roughness of the surface of this film ーキノリル) ポルフィリナトコ was measured by atomic force microscope, the バルト薄膜を得た。この膜の表 square average roughness was 2.6 Angstrom.



さが2.6オングストロームで あった。

[0058]

実施例44

例1と同様にして、5, 10, obtained. 子間力顕微鏡で測定したとこ ろ、その自乗平均粗さが2.5 オングストロームであった。

[0059]

実施例45

は、実施例1と同様にして、5, obtained. 面の粗さを原子間力顕微鏡で測 定したところ、その自乗平均粗 さが2. 6オングストロームで あった。

[0060]

実施例46

[0058]

Example 44

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetra (4-quinolyl) porphyrinate lead て、5、10、15、20-テ was used, and also it is made to be the same as トラ (4ーキノリル) ポルフィ that of Example 1, the 5,10,15,20-tetra リナト鉛を用いたほかは、実施 (4-quinolyI) porphyrinate lead thin film was

15, 20-F > 7 When the roughness of the surface of this film リル) ポルフィリナト鉛薄膜を was measured by atomic force microscope, the 得た。この膜の表面の粗さを原 square average roughness was 2.5 Angstrom.

[0059]

Example 45

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetra (4-quinolyl) porphyrinate nickel て、5, 10, 15, 20-テ was used, and also it is made to be the same as トラ (4ーキノリル) ポルフィ that of Example 1, the 5,10,15,20-tetra リナトニッケルを用いたほか (4-quinolyI) porphyrinate nickel thin film was

10, 15, 20-テトラ (4 When the roughness of the surface of this film ーキノリル) ポルフィリナトニ was measured by atomic force microscope, the ッケル薄膜を得た。この膜の表 square average roughness was 2.6 Angstrom.

[0060]

Example 46



かは、実施例 1 と同様にして、 magnesium thin film was obtained. の膜の表面の粗さを原子間力顕 微鏡で測定したところ、その自 乗平均粗さが2. 4オングスト ロームであった。

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetra (4-quinolyl) porphyrinate て、5, 10, 15, 20 ーテ magnesium was used, and also it is made to be トラ (4-+) リル)ポルフィ the same as that of Example 1, the リナトマグネシウムを用いたほ 5,10,15,20-tetra (4-quinolyl) porphyrinate

5, 10, 15, 20-F > 9 When the roughness of the surface of this film (4ーキノリル) ポルフィリナ was measured by atomic force microscope, the トマグネシウム薄膜を得た。こ square average roughness was 2.4 Angstrom.

[0061]

<u>実施例47</u>

例1と同様にして、5,10, 子間力顕微鏡で測定したとこ ろ、その自乗平均粗さが2.5 オングストロームであった。

[0061]

Example 47

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetra (4-quinolyl) porphyrinate て、5, 10, 15, 20ーテ copper was used, and also it is made to be the トラ (4ーキノリル) ポルフィ same as that of Example 1, the 5,10,15,20-tetra リナト銅を用いたほかは、実施 (4-quinolyI) porphyrinate copper thin film was obtained.

リル)ポルフィリナト銅薄膜を was measured by atomic force microscope, the 得た。この膜の表面の粗さを原 square average roughness was 2.5 Angstrom.

[0062]

実施例48

[0062]

Example 48

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetra (4-quinolyl) porphyrinate て、5, 10, 15, 20ーテ cadmium was used, and also it is made to be トラ(4ーキノリル)ポルフィ the same as that of Example 1, the リナトカドミウムを用いたほか 5,10,15,20-tetra (4-quinolyl) porphyrinate



は、実施例1と同様にして、5, cadmium thin film was obtained. 表面の粗さを原子間力顕微鏡で 測定したところ、その自乗平均 粗さが2.6オングストローム であった。

10, 15, 20ーテトラ (4 When the roughness of the surface of this film ーキノリル) ポルフィリナトカ was measured by atomic force microscope, the ドミウム薄膜を得た。この膜の square average roughness was 2.6 Angstrom.

[0063]

実施例49

膜の表面の粗さを原子間力顕微 鏡で測定したところ、その自乗 平均粗さが2.6オングストロ ームであった。

[0063]

Example 49

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetra (6-quinolyl) porphyrin was て、5, 10, 15, 20ーテ used, and also it is made to be the same as that トラ(6ーキノリル)ポルフィ of Example 1, the 5,10,15,20-tetra (6-quinolyl) リンを用いたほかは、実施例 1 porphyrin thin film was obtained.

と同様にして、5, 10, 15, When the roughness of the surface of this film 20ーテトラ (6ーキノリル) was measured by atomic force microscope, the ポルフィリン薄膜を得た。この square average roughness was 2.6 Angstrom.

[0064]

<u>実施例50</u>

施例1と同様にして、5,10, obtained. 原子間力顕微鏡で測定したとこ

[0064]

Example 50

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetra (6-quinolyl) porphyrinate zinc て、5, 10, 15, 20ーテ was used, and also it is made to be the same as トラ (6ーキノリル) ポルフィ that of Example 1, the 5,10,15,20-tetra リナト亜鉛を用いたほかは、実 (6-quinolyl) porphyrinate zinc thin film was

15, 20-7 > 6-4 When the roughness of the surface of this film リル) ポルフィリナト亜鉛薄膜 was measured by atomic force microscope, the を得た。この膜の表面の粗さを square average roughness was 2.5 Angstrom.



ろ、その自乗平均粗さが2.5 オングストロームであった。

[0065]

実施例 5 1

は、実施例1と同様にして、5, obtained. 面の粗さを原子間力顕微鏡で測 定したところ、その自乗平均粗 さが2. 6オングストロームで あった。

[0066]

実施例52

例1と同様にして、5,10, 子間力顕微鏡で測定したとこ ろ、その自乗平均粗さが2.5 オングストロームであった。

[0067]

<u>実施例53</u>

[0065]

Example 51

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetra (6-quinolyl) porphyrinate cobalt て、5, 10, 15, 20ーテ was used, and also it is made to be the same as トラ (6ーキノリル) ポルフィ that of Example 1, the 5,10,15,20-tetra リナトコバルトを用いたほか (6-quinolyI) porphyrinate cobalt thin film was

10, 15, 20-F)))) When the roughness of the surface of this film ーキノリル)ポルフィリナトコ was measured by atomic force microscope, the バルト薄膜を得た。この膜の表 square average roughness was 2.6 Angstrom.

[0066]

Example 52

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetra (6-quinolyl) porphyrinate lead て、5, 10, 15, 20- π was used, and also it is made to be the same as トラ (6ーキノリル) ポルフィ that of Example 1, the 5,10,15,20-tetra リナト鉛を用いたほかは、実施 (6-quinolyI) porphyrinate lead thin film was obtained.

15, 20-F)) (6-+) When the roughness of the surface of this film リル) ポルフィリナト鉛薄膜を was measured by atomic force microscope, the 得た。この膜の表面の粗さを原 square average roughness was 2.5 Angstrom.

[0067]

Example 53



は、実施例1と同様にして、5, obtained. 面の粗さを原子間力顕微鏡で測 定したところ、その自乗平均粗 さが2. 6オングストロームで あった。

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetra (6-quinolyl) porphyrinate nickel て、5, 10, 15, 20 ーテ was used, and also it is made to be the same as トラ (6ーキノリル) ポルフィ that of Example 1, the 5,10,15,20-tetra リナトニッケルを用いたほか (6-quinolyI) porphyrinate nickel thin film was

10, 15, 20ーテトラ(6 When the roughness of the surface of this film ーキノリル) ポルフィリナトニ was measured by atomic force microscope, the ッケル薄膜を得た。この膜の表 square average roughness was 2.6 Angstrom.

[0068]

実施例54

リナトマグネシウムを用いたほ **5,10,15,20-tetra** の膜の表面の粗さを原子間力顕 微鏡で測定したところ、その自 乗平均粗さが2. 4オングスト ロームであった。

[0068]

Example 54

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetra (6-quinolyl) porphyrinate て、5, 10, 15, 20 ーテ magnesium was used, and also it is made to be トラ (6-+) プルフィ the same as that of Example 1, the (6-quinolyl) porphyrinate かは、実施例1と同様にして、 magnesium thin film was obtained.

5, 10, 15, 20ーテトラ When the roughness of the surface of this film (6-キノリル) ポルフィリナ was measured by atomic force microscope, the トマグネシウム薄膜を得た。こ square average roughness was 2.4 Angstrom.

[0069]

実施例55

[0069]

Example 55

5, 10, 15, 20-テトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetra (6-quinolyl) porphyrinate て、5, 10, 15, 20- copper was used, and also it is made to be the トラ(6ーキノリル)ポルフィ same as that of Example 1, the 5,10,15,20-tetra



例1と同様にして、5,10, 子間力顕微鏡で測定したとこ ろ、その自乗平均粗さが2.5 オングストロームであった。

リナト銅を用いたほかは、実施 (6-quinolyI) porphyrinate copper thin film was obtained.

15, 20ーテトラ(6ーキノ When the roughness of the surface of this film リル) ポルフィリナト銅薄膜を was measured by atomic force microscope, the 得た。この膜の表面の粗さを原 square average roughness was 2.5 Angstrom.

[0070]

<u>実施例56</u>

リナトカドミウムを用いたほか 5,10,15,20-tetra は、実施例1と同様にして、5, cadmium thin film was obtained. 表面の粗さを原子間力顕微鏡で was 2.6 Angstrom. 測定したところ、その自乗平均 粗さが2.6オングストローム であった。

[0070]

Example 56

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetra (6-quinolyl) porphyrinate て、5, 10, 15, 20 ーテ cadmium was used, and also it is made to be トラ (6ーキノリル) ポルフィ the same as that of Example 1, the (6-quinolyl) porphyrinate

10, 15, 20ーテトラ(6 The place which measured the roughness of ーキノリル) ポルフィリナトカ the surface of this film by atomic force ドミウム薄膜を得た。この膜の microscope -- that square -- average roughness

[0071]

実施例 5 7

面の粗さを原子間力顕微鏡で測 was 2.6 Angstrom.

[0071]

Example 57

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetra quinoxalyl porphyrin was used, て、5, 10, 15, 20 ーテ and also it is made to be the same as that of トラキノキサリルポルフィリン Example 1, the 5,10,15,20-tetra quinoxalyl を用いたほかは、実施例1と同 porphyrin thin film was obtained.

様にして、5, 10, 15, 2 The place which measured the roughness of 0ーテトラキノキサリルポルフ the surface of this film by atomic force ィリン薄膜を得た。この膜の表 microscope -- that square -- average roughness



定したところ、その自乗平均粗 さが2. 6オングストロームで あった。

[0072]

<u>実施例58</u>

1と同様にして、5, 10, 1 **obtained**. 間力顕微鏡で測定したところ、 was 2.5 Angstrom. その自乗平均粗さが2.5オン グストロームであった。

[0073]

実施例59

施例1と同様にして、5,10, obtained. 原子間力顕微鏡で測定したとこ ろ、その自乗平均粗さが2.6 オングストロームであった。

[0074]

実施例60

[0072]

Example 58

5, 10, 15, 20-テトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetra quinoxalyl porphyrinate zinc て、5, 10, 15, 20 ーテ was used, and also it is made to be the same as トラキノキサリルポルフィリナ that of Example 1, the 5,10,15,20-tetra ト亜鉛を用いたほかは、実施例 quinoxalyl porphyrinate zinc thin film was

5, 20ーテトラキノキサリル The place which measured the roughness of ポルフィリナト亜鉛薄膜を得 the surface of this film by atomic force た。この膜の表面の粗さを原子 microscope -- that square -- average roughness

[0073]

Example 59

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetra quinoxalyl porphyrinate cobalt τ , 5, 10, 15, 20- τ was used, and also it is made to be the same as トラキノキサリルポルフィリナ that of Example 1, the 5,10,15,20-tetra トコバルトを用いたほかは、実 quinoxalyl porphyrinate cobalt thin film was

15, 20ーテトラキノキサリ When the roughness of the surface of this film ルポルフィリナトコバルト薄膜 was measured by atomic force microscope, the を得た。この膜の表面の粗さを square average roughness was 2.6 Angstrom.

[0074]

Example 60



と同様にして、5, 10, 15, obtained. 鏡で測定したところ、その自乗 平均粗さが2.5オングストロ ームであった。

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetra quinoxalyl porphyrinate lead て、5, 10, 15, 20- was used, and also it is made to be the same as トラキノキサリルポルフィリナ that of Example 1, the 5,10,15,20-tetra ト鉛を用いたほかは、実施例 1 quinoxalyl porphyrinate lead thin film was

20ーテトラキノキサリルポル When the roughness of the surface of this film フィリナト鉛薄膜を得た。この was measured by atomic force microscope, the 膜の表面の粗さを原子間力顕微 square average roughness was 2.5 Angstrom.

[0075]

実施例61

施例1と同様にして、5, 10, obtained. 原子間力顕微鏡で測定したとこ ろ、その自乗平均粗さが2.6 オングストロームであった。

[0075]

Example 61

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetra quinoxalyl porphyrinate nickel て、5, 10, 15, 20ーテ was used, and also it is made to be the same as トラキノキサリルポルフィリナ that of Example 1, the 5,10,15,20-tetra トニッケルを用いたほかは、実 quinoxalyl porphyrinate nickel thin film was

15, 20ーテトラキノキサリ When the roughness of the surface of this film ルポルフィリナトニッケル薄膜 was measured by atomic force microscope, the を得た。この膜の表面の粗さを square average roughness was 2.6 Angstrom.

[0076]

実施例62

トマグネシウムを用いたほか 5,10,15,20-tetra

[0076]

Example 62

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetra quinoxalyl porphyrinate て、5, 10, 15, 20ーテ magnesium was used, and also it is made to be トラキノキサリルポルフィリナ the same as that of Example 1, the quinoxalyl porphyrinate は、実施例1と同様にして、5, magnesium thin film was obtained.



面の粗さを原子間力顕微鏡で測 定したところ、その自乗平均粗 さが2. 4オングストロームで あった。

10, 15, 20ーテトラキノ When the roughness of the surface of this film キサリルポルフィリナトマグネ was measured by atomic force microscope, the シウム薄膜を得た。この膜の表 square average roughness was 2.4 Angstrom.

[0077]

実施例63

と同様にして、5, 10, 15, obtained. 鏡で測定したところ、その自乗 平均粗さが2.5オングストロ ームであった。

[0078]

実施例64

フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetra quinoxalyl トカドミウムを用いたほかは、 粗さを原子間力顕微鏡で測定し たところ、その自乗平均粗さが

[0077]

Example 63

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetra quinoxalyl porphyrinate copper τ , 5, 10, 15, 20- τ was used, and also it is made to be the same as トラキノキサリルポルフィリナ that of Example 1, the 5,10,15,20-tetra ト銅を用いたほかは、実施例1 quinoxalyl porphyrinate copper thin film was

20ーテトラキノキサリルポル When the roughness of the surface of this film フィリナト銅薄膜を得た。この was measured by atomic force microscope, the 膜の表面の粗さを原子間力顕微 square average roughness was 2.5 Angstrom.

[0078]

Example 64

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, porphyrinate て、5, 10, 15, 20 ーテ cadmium was used, and also it is made to be トラキノキサリルポルフィリナ the same as that of Example 1, the 5,10,15,20-tetra quinoxalyl porphyrinate 実施例1と同様にして、5, 1 cadmium thin film was obtained.

0, 15, 20ーテトラキノキ When the roughness of the surface of this film サリルポルフィリナトカドミウ was measured by atomic force microscope, the ム薄膜を得た。この膜の表面の square average roughness was 2.6 Angstrom.



2. 6オングストロームであっ た。

[0079]

実施例65

薄膜を得た。この膜の表面の粗 Example 66 6 オングストロームであった。 実施例66

フェニルポルフィリンに代え zinc thin film was obtained. かは、実施例1と同様にして、 5, 10, 15, 20ーテトラ キス(2-フルオレニル)ポル フィリナト亜鉛薄膜を得た。こ の膜の表面の粗さを原子間力顕 微鏡で測定したところ、その自 乗平均粗さが2.5オングスト ロームであった。

[0800]

実施例67

[0079]

Example 65

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetrakis (2-fluorenyl) porphyrin was て、5, 10, 15, 20ーテ used, and also it is made to be the same as that トラキス(2 – フルオレニル) of Example 1, the 5,10,15,20-tetrakis ポルフィリンを用いたほかは、 (2-fluorenyl) porphyrin thin film was obtained. 実施例1と同様にして、5, 1 When the roughness of the surface of this film 0, 15, 20ーテトラキス(2 was measured by atomic force microscope, the ーフルオレニル) ポルフィリン square average roughness was 2.6 Angstrom.

さを原子間力顕微鏡で測定した Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, ところ、その自乗平均粗さが2. 5,10,15,20-tetrakis (2-fluorenyl) porphyrinate zinc was used, and also it is made to be the that of Example the as same 5, 10, 15, 20-テトラ 5,10,15,20-tetrakis (2-fluorenyl) porphyrinate

て、5, 10, 15, 20ーテ When the roughness of the surface of this film トラキス(2 – フルオレニル) was measured by atomic force microscope, the ポルフィリナト亜鉛を用いたほ square average roughness was 2.5 Angstrom.

[0800]

Example 67

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetrakis (2-fluorenyl) porphyrinate



トラキス(2-フルオレニル) same たほかは、実施例1と同様にし cobalt thin film was obtained. 得た。この膜の表面の粗さを原 子間力顕微鏡で測定したとこ ろ、その自乗平均粗さが2.6 オングストロームであった。

て、5, 10, 15, 20ーテ cobalt was used, and also it is made to be the of Example as that ポルフィリナトコバルトを用い 5,10,15,20-tetrakis (2-fluorenyl) porphyrinate

て、5, 10, 15, 20 ーテ When the roughness of the surface of this film トラキス(2ーフルオレニル) was measured by atomic force microscope, the ポルフィリナトコバルト薄膜を square average roughness was 2.6 Angstrom.

[0081]

実施例68

トラキス(2-フルオレニル) は、実施例1と同様にして、5, lead thin film was obtained. 表面の粗さを原子間力顕微鏡で 測定したところ、その自乗平均 粗さが2.5オングストローム であった。

[0081]

Example 68

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetrakis (2-fluorenyl) porphyrinate て、5, 10, 15, 20ーテ lead was used, and also it is made to be the that of Example the same as ポルフィリナト鉛を用いたほか 5,10,15,20-tetrakis (2-fluorenyl) porphyrinate

10, 15, 20-F > 7 When the roughness of the surface of this film (2ーフルオレニル) ポルフィ was measured by atomic force microscope, the リナト鉛薄膜を得た。この膜の square average roughness was 2.5 Angstrom.

[0082]

<u>実施例69</u>

トラキス(2-フルオレニル) same たほかは、実施例1と同様にし nickel thin film was obtained.

[0082]

Example 69

5, 10, 15, 20-テトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetrakis (2-fluorenyl) porphyrinate て、5, 10, 15, 20ーテ nickel was used, and also it is made to be the as that of Example 1, the ポルフィリナトニッケルを用い 5,10,15,20-tetrakis (2-fluorenyl) porphyrinate



得た。この膜の表面の粗さを原 子間力顕微鏡で測定したとこ ろ、その自乗平均粗さが2.6 オングストロームであった。

て、5, 10, 15, 20-テ When the roughness of the surface of this film トラキス(2ーフルオレニル) was measured by atomic force microscope, the ポルフィリナトニッケル薄膜を square average roughness was 2.6 Angstrom.

[0083]

実施例70

用いたほかは、実施例1と同様 magnesium thin film was obtained. ム薄膜を得た。この膜の表面の 粗さを原子間力顕微鏡で測定し たところ、その自乗平均粗さが 2. 4オングストロームであっ た。

[0084]

実施例71

トラキス(2ーフルオレニル) same は、実施例1と同様にして、5, copper thin film was obtained.

[0083]

Example 70

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetrakis (2-fluorenyl) porphyrinate て、5, 10, 15, 20ーテ magnesium was used, and also it is made to be トラキス (2-フルオレニル) the same as that of Example 1, the ポルフィリナトマグネシウムを 5,10,15,20-tetrakis (2-fluorenyl) porphyrinate

にして、5, 10, 15, 20 When the roughness of the surface of this film ーテトラキス(2ーフルオレニ was measured by atomic force microscope, the ル) ポルフィリナトマグネシウ square average roughness was 2.4 Angstrom.

[0084]

Example 71

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetrakis (2-fluorenyl) porphyrinate て、5, 10, 15, 20ーテ copper was used, and also it is made to be the of Example as that ポルフィリナト銅を用いたほか 5,10,15,20-tetrakis (2-fluorenyl) porphyrinate

10, 15, 20ーテトラキス When the roughness of the surface of this film (2-フルオレニル) ポルフィ was measured by atomic force microscope, the リナト銅薄膜を得た。この膜の square average roughness was 2.5 Angstrom.



表面の粗さを原子間力顕微鏡で 測定したところ、その自乗平均 粗さが2.5オングストローム であった。

[0085]

実施例72

いたほかは、実施例1と同様に cadmium thin film was obtained. を得た。この膜の表面の粗さを 原子間力顕微鏡で測定したとこ ろ、その自乗平均粗さが2.6 オングストロームであった。

[0086]

実施例73

膜を得た。この膜の表面の粗さ を原子間力顕微鏡で測定したと ころ、その自乗平均粗さが2. 6オングストロームであった。

[0085]

Example 72

5、10、15、20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetrakis (2-fluorenyl) porphyrinate て、5, 10, 15, 20-テ cadmium was used, and also it is made to be トラキス (2ーフルオレニル) the same as that of Example 1, the ポルフィリナトカドミウムを用 5,10,15,20-tetrakis (2-fluorenyl) porphyrinate

して、5, 10, 15, 20 — When the roughness of the surface of this film テトラキス(2-フルオレニル) was measured by atomic force microscope, the ポルフィリナトカドミウム薄膜 square average roughness was 2.6 Angstrom.

[0086]

Example 73

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetrakis (2,4- dimethoxy phenol) て、5, 10, 15, 20 ーテ porphyrin was used, and also it is made to be トラキス (2, 4-ジメトキシ the same as that of Example 1, the フェノール) ポルフィリンを用 5,10,15,20-tetrakis (2,4- dimethoxy phenol) いたほかは、実施例1と同様に porphyrin thin film was obtained.

して、5, 10, 15, 20 - When the roughness of the surface of this film テトラキス (2, 4ージメトキ was measured by atomic force microscope, the シフェノール) ポルフィリン薄 square average roughness was 2.6 Angstrom.



[0087]

実施例74

リナト亜鉛薄膜を得た。この膜 の表面の粗さを原子間力顕微鏡 で測定したところ、その自乗平 均粗さが2.5オングストロー ムであった。

[0088]

<u>実施例75</u>

フィリナトコバルト薄膜を得 Angstrom. た。この膜の表面の粗さを原子 間力顕微鏡で測定したところ、 その自乗平均粗さが2.6オン グストロームであった。

[0089]

[0087]

Example 74

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetrakis (2,4- dimethoxy phenol) て、5, 10, 15, 20 ーテ porphyrinate zinc was used, and also it is made トラキス(2, 4ージメトキシ to be the same as that of Example 1, the フェノール) ポルフィリナト亜 5,10,15,20-tetrakis (2,4- dimethoxy phenol) 鉛を用いたほかは、実施例1と porphyrinate zinc thin film was obtained.

同様にして、5, 10, 15, When the roughness of the surface of this film 20-F)) +))) was measured by atomic force microscope, the メトキシフェノール) ポルフィ square average roughness was 2.5 Angstrom.

[8800]

Example 75

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetrakis (2,4- dimethoxy phenol) て、5, 10, 15, 20-テ porphyrinate cobalt was used, and also it is トラキス(2, 4ージメトキシ made to be the same as that of Example 1, the フェノール) ポルフィリナトコ 5,10,15,20-tetrakis (2,4- dimethoxy phenol) バルトを用いたほかは、実施例 porphyrinate cobalt thin film was obtained. 1と同様にして、5, 10, 1 When the roughness of the surface of this film

ージメトキシフェノール) ポル The square average roughness was 2.6

[0089]



実施例76

ナト鉛薄膜を得た。この膜の表 面の粗さを原子間力顕微鏡で測 定したところ、その自乗平均粗 さが2. 5オングストロームで あった。

[0090]

実施例77

フィリナトニッケル薄膜を得 た。この膜の表面の粗さを原子 間力顕微鏡で測定したところ、 その自乗平均粗さが2.6オン グストロームであった。

[0091]

<u>実施例78</u>

Example 76

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetrakis (2,4- dimethoxy phenol) て、5, 10, 15, 20-テ porphyrinate lead was used, and also it is made トラキス(2, 4ージメトキシ to be the same as that of Example 1, the フェノール) ポルフィリナト鉛 5,10,15,20-tetrakis (2,4- dimethoxy phenol) を用いたほかは、実施例1と同 porphyrinate lead thin film was obtained.

様にして、5, 10, 15, 2 When the roughness of the surface of this film 0 ーテトラキス (2, 4 ージメ was measured by atomic force microscope, the トキシフェノール) ポルフィリ square average roughness was 2.5 Angstrom.

[0090]

Example 77

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetrakis (2,4- dimethoxy phenol) て、5, 10, 15, 20-テ porphyrinate nickel was used, and also it is トラキス(2, 4ージメトキシ made to be the same as that of Example 1, the フェノール) ポルフィリナトニ 5,10,15,20-tetrakis (2,4- dimethoxy phenol) ッケルを用いたほかは、実施例 porphyrinate nickel thin film was obtained.

1と同様にして、5, 10, 1 When the roughness of the surface of this film 5, 20ーテトラキス(2, 4 was measured by atomic force microscope, the ージメトキシフェノール) ポル square average roughness was 2.6 Angstrom.

[0091]

Example 78

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin,



ルフィリナトマグネシウム薄膜 を得た。この膜の表面の粗さを 原子間力顕微鏡で測定したとこ ろ、その自乗平均粗さが2.4 オングストロームであった。

フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetrakis (2,4- dimethoxy phenol) て、5, 10, 15, 20 ーテ porphyrinate magnesium was used, and also it トラキス (2, 4-ジメトキシ) is made to be the same as that of Example 1, フェノール) ポルフィリナトマ the 5,10,15,20-tetrakis (2,4- dimethoxy phenol) グネシウムを用いたほかは、実 porphyrinate magnesium thin film was obtained. 施例1と同様にして、5,10, When the roughness of the surface of this film 15, 20ーテトラキス(2, was measured by atomic force microscope, the 4ージメトキシフェノール)ポ square average roughness was 2.4 Angstrom.

[0092]

実施例79

0 ーテトラキス (2, 4 ージメ was measured by atomic force microscope, the トキシフェノール)ポルフィリ square average roughness was 2.5 Angstrom. ナト銅薄膜を得た。この膜の表 面の粗さを原子間力顕微鏡で測 定したところ、その自乗平均粗 さが2. 5オングストロームで あった。

[0093]

実施例80

[0092]

Example 79

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetrakis (2,4- dimethoxy phenol) て、5, 10, 15, 20ーテ porphyrinate copper was used, and also it is トラキス (2, 4-ジメトキシ made to be the same as that of Example 1, the フェノール) ポルフィリナト銅 5,10,15,20-tetrakis (2,4- dimethoxy phenol) を用いたほかは、実施例1と同 porphyrinate copper thin film was obtained. 様にして、5, 10, 15, 2 When the roughness of the surface of this film

[0093]

Example 80

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetrakis (2,4- dimethoxy phenol) て、5, 10, 15, 20- π porphyrinate cadmium was used, and also it is



例1と同様にして、5,10, ルフィリナトカドミウム薄膜を 得た。この膜の表面の粗さを原 子間力顕微鏡で測定したとこ ろ、その自乗平均粗さが2.6 オングストロームであった。

トラキス(2, 4ージメトキシ made to be the same as that of Example 1, the フェノール) ポルフィリナトカ 5,10,15,20-tetrakis (2,4- dimethoxy phenol) ドミウムを用いたほかは、実施 porphyrinate cadmium thin film was obtained. When the roughness of the surface of this film 15, 20ーテトラキス (2, was measured by atomic force microscope, the 4ージメトキシフェノール)ポ square average roughness was 2.6 Angstrom.

[0094]

実施例81

ン薄膜を得た。この膜の表面の 粗さを原子間力顕微鏡で測定し たところ、その自乗平均粗さが 2. 6オングストロームであっ た。

[0095]

実施例82

かは、実施例1と同様にして、 zinc thin film was obtained.

[0094]

Example 81

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetrakis (2-nitrophenyl) porphyrin て、5, 10, 15, 20-テ was used, and also it is made to be the same as トラキス(2-ニトロフェニル) that of Example 1, the 5,10,15,20-tetrakis ポルフィリンを用いたほかは、 (2-nitrophenyl) porphyrin thin film was obtained. 実施例1と同様にして、5, 1 When the roughness of the surface of this film 0,15,20ーテトラキス(2 was measured by atomic force microscope, the ーニトロフェニル) ポルフィリ square average roughness was 2.6 Angstrom.

[0095]

Example 82

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetrakis (2-nitrophenyl) porphyrinate て、5, 10, 15, 20ーテ zinc was used, and also it is made to be the トラキス(2-=トロフェニル) same as that of Example ポルフィリナト亜鉛を用いたほ 5,10,15,20-tetrakis (2-nitrophenyl) porphyrinate



この膜の表面の粗さを原子間力 顕微鏡で測定したところ、その 自乗平均粗さが2.5オングス トロームであった。

 $5,\ 10,\ 15,\ 20-$ When the roughness of the surface of this film キス(2-ニトロフェニル)ポ was measured by atomic force microscope, the ルフィリナト亜鉛薄膜を得た。 square average roughness was 2.5 Angstrom.

[0096]

実施例83

たほかは、実施例1と同様にし cobalt thin film was obtained. 得た。この膜の表面の粗さを原 子間力顕微鏡で測定したとこ ろ、その自乗平均粗さが2.6 オングストロームであった。

[0097]

実施例84

は、実施例1と同様にして、5, lead thin film was obtained. の表面の粗さを原子間力顕微鏡

[0096]

Example 83

5, 10, 15, 20-F \rightarrow Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetrakis (2-nitrophenyl) porphyrinate て、5, 10, 15, 20ーテ cobalt was used, and also it is made to be the トラキス(2-ニトロフェニル) same as that of Example ポルフィリナトコバルトを用い 5,10,15,20-tetrakis (2-nitrophenyl) porphyrinate

て、5, 10, 15, 20 ーテ When the roughness of the surface of this film トラキス(2-=トロフェニル) was measured by atomic force microscope, the ポルフィリナトコバルト薄膜を square average roughness was 2.6 Angstrom.

[0097]

Example 84

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetrakis (2-nitrophenyl) porphyrinate て、5, 10, 15, 20ーテ lead was used, and also it is made to be the トラキス(2-ニトロフェニル) same as that of Example ポルフィリナト鉛を用いたほか 5,10,15,20-tetrakis (2-nitrophenyl) porphyrinate

10, 15, 20ーテトラキス When the roughness of the surface of this film (2ーニトロフェニル) ポルフ was measured by atomic force microscope, the ィリナト鉛薄膜を得た。この膜 square average roughness was 2.5 Angstrom.



で測定したところ、その自乗平 均粗さが2.5オングストロー ムであった。

[0098]

実施例85

たほかは、実施例1と同様にし nickel thin film was obtained. 得た。この膜の表面の粗さを原 子間力顕微鏡で測定したとこ ろ、その自乗平均粗さが2.6 オングストロームであった。

[0099]

実施例86

ウム薄膜を得た。この膜の表面 の粗さを原子間力顕微鏡で測定 したところ、その自乗平均粗さ が2. 4オングストロームであ った。

[8009]

Example 85

5, 10, 15, 20-F \nearrow Instead of 5, 10, 15, 20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetrakis (2-nitrophenyl) porphyrinate て、5, 10, 15, 20ーテ nickel was used, and also it is made to be the トラキス(2-=トロフェニル) same as that of Example ポルフィリナトニッケルを用い 5,10,15,20-tetrakis (2-nitrophenyl) porphyrinate

て、5, 10, 15, 20 ーテ When the roughness of the surface of this film トラキス(2-ニトロフェニル) was measured by atomic force microscope, the ポルフィリナトニッケル薄膜を square average roughness was 2.6 Angstrom.

[0099]

Example 86

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetrakis (2-nitrophenyl) porphyrinate トラキス(2-ニトロフェニル) the same as that of Example 1, the ポルフィリナトマグネシウムを 5,10,15,20-tetrakis (2-nitrophenyl) porphyrinate 用いたほかは、実施例1と同様 magnesium thin film was obtained.

にして、5, 10, 15, 20 When the roughness of the surface of this film ーテトラキス(2ーニトロフェ was measured by atomic force microscope, the ニル)ポルフィリナトマグネシ square average roughness was 2.4 Angstrom.



[0100]

実施例87

トラキス(2ーニトロフェニル) same は、実施例1と同様にして、5, copper thin film was obtained. の表面の粗さを原子間力顕微鏡 で測定したところ、その自乗平 均粗さが2.5オングストロー ムであった。

[0101]

<u>実施例88</u>

いたほかは、実施例1と同様に cadmium thin film was obtained. 薄膜を得た。この膜の表面の粗 さを原子間力顕微鏡で測定した ところ、その自乗平均粗さが2. 5オングストロームであった。

[0102]

実施例89

[0100]

Example 87

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetrakis (2-nitrophenyl) porphyrinate て、5, 10, 15, 20- π copper was used, and also it is made to be the as that of Example ポルフィリナト銅を用いたほか 5,10,15,20-tetrakis (2-nitrophenyl) porphyrinate

10, 15, 20- > > > When the roughness of the surface of this film (2-=トロフェニル) ポルフ was measured by atomic force microscope, the ィリナト銅薄膜を得た。この膜 square average roughness was 2.5 Angstrom.

[0101]

Example 88

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetrakis (2-nitrophenyl) porphyrinate て、5, 10, 15, 20ーテ cadmium was used, and also it is made to be トラキス(2-ニトロフェニル) the same as that of Example 1, the ポルフィリナトカドミウムを用 5,10,15,20-tetrakis (2-nitrophenyl) porphyrinate

LT, 5, 10, 15, 20 - When the roughness of the surface of this film テトラキス(2ーニトロフェニ was measured by atomic force microscope, the ル) ポルフィリナトカドミウム square average roughness was 2.5 Angstrom.

[0102]

Example 89

5, 10, 15, 20-F, 10, 15, 10, 15, 10, 15, 10



用いたほかは、実施例1と同様 porphyrin thin film was obtained. 粗さを原子間力顕微鏡で測定し たところ、その自乗平均粗さが 2. 6オングストロームであっ た。

フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetra biphenyl porphyrin was used, て、5, 10, 15, 20 ーテ and also it is made to be the same as that of トラビフェニルポルフィリンを Example 1, the 5,10,15,20-tetra biphenyl

にして、5, 10, 15, 20 When the roughness of the surface of this film ーテトラビフェニルポルフィリ was measured by atomic force microscope, the ン薄膜を得た。この膜の表面の square average roughness was 2.6 Angstrom.

[0103]

実施例90

5, 10, 15, 20ーテトラ 膜の表面の粗さを原子間力顕微 鏡で測定したところ、その自乗 平均粗さが2.6オングストロ ームであった。

[0103]

Example 90

Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetra biphenyl porphyrinate zinc was て、5, 10, 15, 20ーテ used, and also it is made to be the same as that トラビフェニルポルフィリナト of Example 1, the 5,10,15,20-tetra biphenyl 亜鉛を用いたほかは、実施例 1 porphyrinate zinc thin film was obtained.

と同様にして、5, 10, 15, When the roughness of the surface of this film 20 ーテトラビフェニルポルフ was measured by atomic force microscope, the ィリナト亜鉛薄膜を得た。この square average roughness was 2.6 Angstrom.

[0104]

<u>実</u>施例 9 1

[0104]

Example 91

5, 10, 15, 20-テトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetra biphenyl porphyrinate cobalt て、5, 10, 15, 20ーテ was used, and also it is made to be the same as トラビフェニルポルフィリナト that of Example 1, the 5,10,15,20-tetra biphenyl コバルトを用いたほかは、実施 porphyrinate cobalt thin film was obtained.

例1と同様にして、5, 10, When the roughness of the surface of this film \cdot $1\ 5$, $2\ 0$ ーテトラビフェニル was measured by atomic force microscope, the



ポルフィリナトコバルト薄膜を 得た。この膜の表面の粗さを原 子間力顕微鏡で測定したとこ ろ、その自乗平均粗さが2.6 オングストロームであった。

ポルフィリナトコバルト薄膜を square average roughness was 2.6 Angstrom.

[0105]

実施例92

5, 10, 15, 20ーテトラフェニルポルフィリンに代テトラス・リンに代ーテトラス・リンにのカーカーのでは、10, 15, 20ーナトと同様にして、5, 10, 15, 20ーナトと同様にして、5, 10, 15, 20ーナトが対して、5, 10, 15, 20ーナトが対した。このは、20ーナトが対した。このは、20ーナトが対した。このは、20ーナーが表にした。このは、20ーナーが表にした。このは、20ーナーが表にした。このは、20ーナーが表によった。

[0106]

実施例93

[0105]

Example 92

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetra biphenyl porphyrinate lead was て、5, 10, 15, 20ーテ used, and also it is made to be the same as that トラビフェニルポルフィリナト of Example 1, the 5,10,15,20-tetra biphenyl 鉛を用いたほかは、実施例1と porphyrinate lead thin film was obtained.

同様にして、5, 10, 15, When the roughness of the surface of this film 20ーテトラビフェニルポルフ was measured by atomic force microscope, the ィリナト鉛薄膜を得た。この膜 square average roughness was 2.5 Angstrom.

[0106]

Example 93

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetra biphenyl porphyrinate nickel て、5, 10, 15, 20ーテ was used, and also it is made to be the same as トラビフェニルポルフィリナト that of Example 1, the 5,10,15,20-tetra biphenyl ニッケルを用いたほかは、実施 porphyrinate nickel thin film was obtained.

例1と同様にして、5, 10, When the roughness of the surface of this film 15, 20ーテトラビフェニル was measured by atomic force microscope, the ポルフィリナトニッケル薄膜を square average roughness was 2.6 Angstrom.



[0107]

<u>実施例94</u>

フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetra マグネシウムを用いたほかは、 **5,10,15,20-tetra** 粗さを原子間力顕微鏡で測定し たところ、その自乗平均粗さが 2. 4オングストロームであっ た。

[0108]

実施例95

同様にして、5,10,15, の表面の粗さを原子間力顕微鏡 で測定したところ、その自乗平 均粗さが2.5オングストロー ムであった。

[0109]

実施例96

フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetra

[0107]

Example 94

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, biphenyl porphyrinate て、5, 10, 15, 20ーテ magnesium was used, and also it is made to be トラビフェニルポルフィリナト the same as that of Example 1, the biphenyl porphyrinate 実施例1と同様にして、5, 1 magnesium thin film was obtained.

0, 15, 20ーテトラビフェ When the roughness of the surface of this film ニルポルフィリナトマグネシウ was measured by atomic force microscope, the ム薄膜を得た。この膜の表面の square average roughness was 2.4 Angstrom.

[0108]

Example 95

5, 10, 15, 20 ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 5,10,15,20-tetra biphenyl porphyrinate copper て、5, 10, 15, 20 ーテ was used, and also it is made to be the same as トラビフェニルポルフィリナト that of Example 1, the 5,10,15,20-tetra biphenyl 銅を用いたほかは、実施例1と porphyrinate copper thin film was obtained.

When the roughness of the surface of this film 20ーテトラビフェニルポルフ was measured by atomic force microscope, the ィリナト銅薄膜を得た。この膜 square average roughness was 2.5 Angstrom.

[0109]

Example 96

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, biphenyl porphyrinate て、5, 10, 15, 20 ーテ cadmium was used, and also it is made to be



カドミウムを用いたほかは、実 5,10,15,20-tetra 施例1と同様にして、5,10, cadmium thin film was obtained. 原子間力顕微鏡で測定したとこ ろ、その自乗平均粗さが2.6 オングストロームであった。

トラビフェニルポルフィリナト the same as that of Example 1, the biphenyl porphyrinate

15, 20ーテトラビフェニル When the roughness of the surface of this film ポルフィリナトカドミウム薄膜 was measured by atomic force microscope, the を得た。この膜の表面の粗さを square average roughness was 2.6 Angstrom.

[0110]

実施例97

ポルフィリンを用いたほかは、 薄膜を得た。この膜の表面の粗 さを原子間力顕微鏡で測定した ところ、その自乗平均粗さが2. 6オングストロームであった。

[0110]

Example 97

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 2,3,7,8,12,13,17,18-octaethyl porphyrin was τ , 2, 3, 7, 8, 12, 1 used, and also it is made to be the same as that 3, 17, 18-オクタエチル of Example 1, the 2,3,7,8,12,13,17,18-octaethyl porphyrin thin film was obtained.

実施例1と同様にして、2,3, When the roughness of the surface of this film 7, 8, 12, 13, 17, 1 was measured by atomic force microscope, the 8ーオクタエチルポルフィリン squareaverage roughness was 2.6 Angstrom.

[0111]

実施例98

3, 17, 18-オクタエチル that かは、実施例 1 と同様にして、 thin film was obtained.

[0111]

Example 98

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 2,3,7,8,12,13,17,18-octaethyl porphyrinate zinc τ , 2, 3, 7, 8, 12, 1 was used, and also it is made to be the same as Example of ポルフィリナト亜鉛を用いたほ 2,3,7,8,12,13,17,18-octaethyl porphyrinate zinc

2, 3, 7, 8, 12, 13, When the roughness of the surface of this film 17, 18-オクタエチルポル was measured by atomic force microscope, the フィリナト亜鉛薄膜を得た。こ square average roughness was 2.6 Angstrom.



の膜の表面の粗さを原子間力顕 微鏡で測定したところ、その自 乗平均粗さが2.6オングスト ロームであった。

[0112]

<u>実施例99</u>

たほかは、実施例1と同様にし cobalt thin film was obtained. 得た。この膜の表面の粗さを原 子間力顕微鏡で測定したとこ ろ、その自乗平均粗さが2.6 オングストロームであった。

[0113]

実施例100

3, 17, 18-オクタエチル that は、実施例1と同様にして、2, thin film was obtained. 面の粗さを原子間力顕微鏡で測 定したところ、その自乗平均粗 さが2. 5オングストロームで あった。

[0112]

Example 99

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 2,3,7,8,12,13,17,18-octaethyl porphyrinate \mathcal{T} , 2, 3, 7, 8, 12, 1 cobalt was used, and also it is made to be the 3, 17, 18-オクタエチル same as that of Example 1, the ポルフィリナトコバルトを用い 2,3,7,8,12,13,17,18-octaethyl porphyrinate

 \mathcal{T} , 2, 3, 7, 8, 12, 1 When the roughness of the surface of this film 3, 17, 18-x2ポルフィリナトコバルト薄膜を square average roughness was 2.6 Angstrom.

[0113]

Example 100

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 2,3,7,8,12,13,17,18-octaethyl porphyrinate lead $\mathcal{T}_{\times} \ 2$, 3, 7, 8, 1 2, 1 was used, and also it is made to be the same as of Example the ポルフィリナト鉛を用いたほか 2,3,7,8,12,13,17,18-octaethyl porphyrinate lead

3, 7, 8, 12, 13, 17, When the roughness of the surface of this film 18-オクタエチルポルフィリ was measured by atomic force microscope, the ナト鉛薄膜を得た。この膜の表 square average roughness was 2.5 Angstrom.



[0114]

実施例101

3, 17, 18-オクタエチル same たほかは、実施例1と同様にし nickel thin film was obtained. 得た。この膜の表面の粗さを原 子間力顕微鏡で測定したとこ ろ、その自乗平均粗さが2.6 オングストロームであった。

[0115]

実施例102

フェニルポルフィリンに代え 2,3,7,8,12,13,17,18-octaethyl ポルフィリナトマグネシウムを 2,3,7,8,12,13,17,18-octaethyl 薄膜を得た。この膜の表面の粗 さを原子間力顕微鏡で測定した ところ、その自乗平均粗さが2. 4 オングストロームであった。

[0116]

実施例103

[0114]

Example 101

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代え 2,3,7,8,12,13,17,18-octaethyl porphyrinate \mathcal{T} , 2, 3, 7, 8, 12, 1 nickel was used, and also it is made to be the as that of Example 1, the ポルフィリナトニッケルを用い 2,3,7,8,12,13,17,18-octaethyl porphyrinate

 \mathcal{T} , 2, 3, 7, 8, 12, 1 When the roughness of the surface of this film $3, 17, 18 - \pi / 9 \pi + \pi / 18$ was measured by atomic force microscope, the ポルフィリナトニッケル薄膜を square average roughness was 2.6 Angstrom.

[0115]

Example 102

5, 10, 15, 20-テトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, porphyrinate \mathcal{T} , 2, 3, 7, 8, 12, 1 magnesium was used, and also it is made to be porphyrinate 用いたほかは、実施例1と同様 magnesium thin film was obtained.

にして、2, 3, 7, 8, 12, When the roughness of the surface of this film $1\ 3$, $1\ 7$, $1\ 8$ - π 0 π 0 was measured by atomic force microscope, the ルポルフィリナトマグネシウム square average roughness was 2.4 Angstrom.

[0116]

Example 103

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin,



フェニルポルフィリンに代え 2,3,7,8,12,13,17,18-octaethyl ポルフィリナト銅を用いたほか 2,3,7,8,12,13,17,18-octaethyl は、実施例1と同様にして、2, copper thin film was obtained. 面の粗さを原子間力顕微鏡で測 定したところ、その自乗平均粗 さが2. 5オングストロームで あった。

porphyrinate \mathcal{T} , \mathcal{T} 3, 17, 18-x29x3 same as that of Example porphyrinate

3 , 7 , 8 , 12 , 13 , 17 , When the roughness of the surface of this film 18 - オクタエチルポルフィリ was measured by atomic force microscope, the ナト銅薄膜を得た。この膜の表 square average roughness was 2.5 Angstrom.

[0117]

<u>実施例104</u>

フェニルポルフィリンに代え 2,3,7,8,12,13,17,18-octaethyl いたほかは、実施例1と同様に cadmium thin film was obtained. 膜を得た。この膜の表面の粗さ を原子間力顕微鏡で測定したと ころ、その自乗平均粗さが2. 6オングストロームであった。

[0117]

Example 104

5, 10, 15, 20- > > > Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, porphyrinate \mathcal{T} , 2, 3, 7, 8, 12, 1 cadmium was used, and also it is made to be 3, 17, 18- 18 ポルフィリナトカドミウムを用 2,3,7,8,12,13,17,18-octaethyl porphyrinate

 $\cup(1,2,3,7,8,12)$. When the roughness of the surface of this film $1\ 3$, $1\ 7$, $1\ 8$ — オクタエチ was measured by atomic force microscope, the ルポルフィリナトカドミウム薄 square average roughness was 2.6 Angstrom.

[0118]

実施例105

5, 10, 15, 20ーテトラ 0.1g of 5,10,15,20-tetraphenyl フェニルポルフィリン粉末0. ト亜鉛0.1gとを計り取り、

[0118]

Example 105

porphyrin powder and 0.1g of 5,10,15,20-tetraphenyl $1~{\rm g}~{\ensuremath{\xi}}$, 5 , 1~0 , 1~5 , 2~0 porphyrinate zinc were measured, and each ーテトラフェニルポクフィリナ was put into the 1st quartz crucible and the 2nd quartz crucible.



により10時間真空引きした。 at 150 degrees C.

それぞれを第1石英るつぼと第 And a 1st quartz crucible is put into the source 2石英るつぼの中に入れた。そ room of a 1st molecular beam of a して、第1石英るつぼを分子線 molecular-beam vapor deposition apparatus, 蒸着装置の第1分子線源室に、 and a 2nd quartz crucible is put into the source 第2石英るつぼを第2分子線源 room of a 2nd molecular beam, separately, 室に入れて、別々に、150℃ vacuum suction was carried out for 10 hours に加熱しながら液体窒素トラッ with the oil diffusion-equation vacuum pump プのついた油拡散式真空ポンプ which the liquid nitrogen trap attached, heating

[0119]

これを成長室内の基板ホルダに growth chamber interior. セットした。

[0120]

[0119]

一方、厚み0.5mm、直径4 On the other hand, ultraviolet radiation was インチのシリコンウェハー (1 applied to silicon-wafer (100) with a thickness 00) に対し、酸素気流中で2 of 0.5 mm, and a diameter of 4 inches, heating 0 0 ℃に加熱しながら紫外線を at 200 degrees C in an oxygen air current. 当てた。次に、そのシリコンウ Next, washing and etching were performed by ェハーを、純水で調整した1% immersing for 10 minutes のフッ化水素水溶液に10分間 hydrogen-fluoride aqueous solution which 浸漬することにより、洗浄及び adjusted the silicon wafer with the pure water. エッチングを行った。そして、 And this was setted to the base-plate holder of

[0120]

次に、第1及び第2分子線源室 Next, both samples were heated at 240 degrees 内を液体窒素トラップのついた C, carrying out vacuum suction with the oil 油拡散式真空ポンプにより真空 diffusion-equation vacuum pump with which the 引きしながら、両試料とも24 liquid nitrogen trap attached source chamber 0 ℃に加熱した。そして、第 1 interior of a 1st and 2nd molecular beam.

分子線源室と、内部をクライオ And the 1st gate valve which separated the ポンプ、イオンポンプ、チタン source room of a 1st molecular beam and the ゲッタポンプ、液体窒素シュラ growth chamber which 1*10⁻¹⁰ Torr reduce ウドにより 1×10^{-10} Tor pressured by the cryopump, the ion pump, the rに減圧された成長室とを分離 titanium getter pump, and the liquid nitrogen していた第1ゲートバルブを開 shroud in the interior was opened, and the け、5, 10, 15, 20-テ vapor deposition to the base plate of



き、堆積膜厚を水晶振動子式膜 thickness 次に、同様の手順で、5,10, stopped. ストローム蒸着した。この作業 procedure. この膜の積層周期をX線回折分 made. 確認された。

[0121]

ンを図1に示す。なお、回折条 of this film is shown in FIG. 1. $0.0 \,\mathrm{K\,V}$ 、 $2.0.0 \,\mathrm{m\,A}$ であった。 alpha rays, 400kV, and 200mA. 02°であった。

実施例106

フェニルポルフィリンに代えて replaces テトラベンゾポルフィリナトコ porphyrinate

トラフェニルポルフィリンの基 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin was started.

板への蒸着を開始した。このと At this time, the monitor of the deposition film carried was out by the 厚計でモニタした。そして、堆 crystal-oscillator type thickness gage.

積膜厚が 2 2 オングストローム And the 1st gate valve was closed in the place に達したところで第1ゲートバ where the deposition film thickness amounted ルブを閉じ、蒸着を停止した。 to 22 Angstrom, and vapor deposition was

15, 20ーテトラフェニルポ Next, 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrinate zinc ルフィリナト亜鉛を22オング was vapor-deposited 22 Angstrom in the similar

をそれぞれ交互に20回ずつ繰 This operation is alternately repeated by a unit り返して、多層膜を作成した。 of 20 times, respectively, the multilayer film was

析で調べたところ、44オング When the laminate period of this film was ストロームとなっていることが investigated by the X-ray-diffraction analysis, it was checked that it is 44 Angstrom.

[0121]

この膜の小角のX線回折パター The X-ray-diffraction pattern of the small angle

件は、Cu-Kアルファ線、4 In addition, diffraction conditions were Cu-K

また、測定角度 θ のピッチは 0. Moreover, the pitch of a measurement angle (theta) was 0.02°.

Example 106

5, 10, 15, 20-テトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, with 5,10,15,20-tetraphenyl zinc using tetra benzo バルトを用い、5, 10, 15, porphyrinate cobalt, and both the deposition film 20ーテトラフェニルポルフィ thickness in every time of each porphyrin リナト亜鉛に代えてテトラベン derivative are made into 20 Angstrom using ゾ鉛を用い、それぞれのポルフ tetra benzo lead, the ITO glass by which ィリン誘導体の1回ごとの堆積 ultrasonic cleaning was carried out with acetone 膜厚をともに20オングストロ was used for the base plate, and also it is made ームとし、アセトンで超音波洗 to be the same as that of Example 1, the

JP5-275771-A



浄されたITOガラスを基板に multilayer film was obtained. べたところ、40オングストロ ームとなっていることが確認さ れた。

用いたほかは、実施例1と同様 When the laminate period of this film was にして、多層膜を得た。この膜 investigated by the X-ray-diffraction analysis, it の積層周期をX線回折分析で調 was checked that it is 40 Angstrom.

[0122]

<u>実施例107</u>

ルフィリナト亜鉛に代えて5, グネシウムを用い、それぞれの obtained. 例1と同様にして、多層膜を得 た。この膜の積層周期をX線回 折分析で調べたところ、48オ ングストロームとなっているこ とが確認された。

[0122]

Example 107

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin, フェニルポルフィリンに代えて 5,10,15,20-tetra (2-pyridyl) porphyrinate nickel 5, 10, 15, 20ーテトラ is used, instead of 5,10,15,20-tetraphenyl (2ーピリジル) ポルフィリナ porphyrinate zinc, 5,10,15,20-tetra (2-pyridyl) トニッケルを用い、5, 10, porphyrinate magnesium is used, both the 15, 20ーテトラフェニルポ deposition film thickness in every time of each porphyrin derivative were made into 24 10, 15, 20ーテトラ (2 Angstrom, and also it is made to be the same as ーピリジル) ポルフィリナトマ that of Example 1, the multilayer film was

ポルフィリン誘導体の1回ごと When the laminate period of this film was の堆積膜厚をともに24オング investigated by the X-ray-diffraction analysis, it ストロームとしたほかは、実施 was checked that it is 48 Angstrom.

[0123]

実施例108

フェニルポルフィリンに代えて replaces

[0123]

Example 108

5, 10, 15, 20ーテトラ Instead of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin and 5,10,15,20-tetraphenyl with 5, 10, 15, 20ーテトラ porphyrinate zinc using 5,10,15,20-tetra (3ーピリジル) ポルフィリン (3-pyridyl) porphyrin copper, the deposition film 銅を用い、5, 10, 15, 2 thickness in every time of each porphyrin



ナト亜鉛に代えて、5,10, ムを用い、それぞれのポルフィ film was obtained. 2 0 オングストロームとしたほ was checked that it is 50 Angstrom. かは、実施例1と同様にして、 多層膜を得た。この膜の積層周 期をX線回折分析で調べたとこ ろ、50オングストロームとな っていることが確認された。

0ーテトラフェニルポルフィリ derivative were made into 30 Angstrom and 20 Angstrom using 5,10,15,20-tetra (3-pyridyl) 15, 20ーテトラ (3ーピリ porphyrinate cadmium, and also it is made to be ジル) ポルフィリナトカドミウ the same as that of Example 1, the multilayer

リン誘導体の1回ごとの堆積膜 When the laminate period of this film was 厚を30オングストローム及び investigated by the X-ray-diffraction analysis, it

[0124]

実施例109

5, 10, 15, 20-テトラ Replaced 20-テトラ(4-ピリジル) 導体の1回ごとの堆積膜厚をと investigated by the X-ray-diffraction analysis, it もに22オングストロームとし was checked that it is 44 Angstrom. たほかは、実施例1と同様にし て、多層膜を得た。この膜の積 層周期をX線回折分析で調べた ところ、44オングストローム となっていることが確認され た。

[0124]

Example 109

5,10,15,20-tetraphenyl with フェニルポルフィリンに代えて porphyrin, replaced with 5,10,15,20-tetraphenyl 5, 10, 15, 20ーテトラ porphyrinate zinc using 5,10,15,20-tetra (4ーピリジル) ポルフィリン (4-pyridyl) porphyrin, and both the deposition を用い、5, 10, 15, 20 film thickness in every time of each porphyrin ーテトラフェニルポルフィリナ derivative were made into 22 Angstrom using 下亜鉛に代えて5,10,15,5,10,15,20-tetra (4-pyridyl) porphyrinate cobalt, and also it is made to be the same as that of ポルフィリナトコバルトを用 Example 1, the multilayer film was obtained. い、それぞれのポルフィリン誘 When the laminate period of this film was

[0125]

[0125]



実施例110

5, 10, 15, 20ーテトラ 5, 10, 15, 20-テトラ 20-テトラ (4-キノリル) は、実施例1と同様にして、多 層膜を得た。この膜の積層周期 をX線回折分析で調べたとこ ろ、46オングストロームとな っていることが確認された。

[0126]

実施例111

5, 10, 15, 20-テトラ Replaced 5, 10, 15, 20ーテトラ 用い、それぞれのポルフィリン multilayer film was obtained. は、実施例1と同様にして、多 層膜を得た。この膜の積層周期

Example 110

Replaced with 5,10,15,20-tetraphenyl フェニルポルフィリンに代えて porphyrin, replaced with 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrinate zinc using 5,10,15,20-tetra (4ーキノリル) ポルフィリン (4-quinolyl) porphyrin, and both the deposition を用い、5, 10, 15, 20 film thickness in every time of each porphyrin ーテトラフェニルポルフィリナ derivative were made into 23 Angstrom using ト亜鉛に代えて5,10,15,5,10,15,20-tetra (4-quinolyl) porphyrinate lead, and also it is made to be the same as that of ポルフィリナト鉛を用い、それ Example 1, the multilayer film was obtained.

ぞれのポルフィリン誘導体の 1 When the laminate period of this film was 回ごとの堆積膜厚をともに23 investigated by the X-ray-diffraction analysis, it オングストロームとしたほか was checked that it is 46 Angstrom.

[0126]

Example 111

with 5,10,15,20-tetraphenyl フェニルポルフィリンに代えて porphyrin, replaced with 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrinate using 5,10,15,20-tetra zinc (6ーキノリル) ポルフィリン (6-quinolyl) porphyrin, and the deposition film を用い、5, 10, 15, 20 thickness in every time of each porphyrin ーテトラフェニルポルフィリナ derivative were made into 28 Angstrom and 24 ト亜鉛に代えて5,10,15, Angstrom using 5,10,15,20-tetra (6-quinolyl) 20 ーテトラ (6 ーキノリル) porphyrinate magnesium, and also it is made to ポルフィリナトマグネシウムを be the same as that of Example 1, the

誘導体の1回ごとの堆積膜厚を When the laminate period of this film was 28オングストローム及び24 investigated by the X-ray-diffraction analysis, it オングストロームとしたほか was checked that it is 52 Angstrom.



をX線回折分析で調べたとこ ろ、52オングストロームとな っていることが確認された。

[0127]

<u>実施例112</u>

5, 10, 15, 20-テトラ Replaced 5, 10, 15, 20ーテトラ porphyrinate zinc ポルフィリン誘導体の1回ごと film was obtained. にして、多層膜を得た。この膜 の積層周期をX線回折分析で調 べたところ、46オングストロ ームとなっていることが確認さ れた。

[0128]

<u>実施例113</u>

5, 10, 15, 20-テトラ Replaced 5, 10, 15, 20ーテトラ porphyrinate リンを用い、5,10,15,

[0127]

Example 112

5,10,15,20-tetraphenyl with フェニルポルフィリンに代えて porphyrin, replaced with 5,10,15,20-tetraphenyl using 5,10,15,20-tetra キノキサリルポルフィリンを用 quinoxalyl porphyrin, and the deposition film い、5, 10, 15, 20- σ thickness in every time of each porphyrin トラフェニルポルフィリナト亜 derivative were made into 24 Angstrom and 22 鉛に代えて5, 10, 15, 2 Angstrom using 5,10,15,20-tetra quinoxalyl 0ーテトラキノキサリルポルフ porphyrinate copper, and also it is made to be ィリナト銅を用い、それぞれの the same as that of Example 1, the multilayer

の堆積膜厚を24オングストロ When the laminate period of this film was ーム及び22オングストローム investigated by the X-ray-diffraction analysis, it としたほかは、実施例1と同様 was checked that it is 46 Angstrom.

[0128]

Example 113

5,10,15,20-tetraphenyl with フェニルポルフィリンに代えて porphyrin, replaced with 5,10,15,20-tetraphenyl zinc using 5,10,15,20-tetra (2-フルオレニル) ポルフィ (2-fluorenyl) porphyrin, and the deposition film thickness in every time of each porphyrin 20ーテトラフェニルポルフィ derivative were made into 24 Angstrom and 26 リナト亜鉛に代えて5, 10, Angstrom using 5,10,15,20-tetra (2-fluorenyl) 15, 20ーテトラ(2ーフル porphyrinate cadmium, and also it is made to be オレニル) ポルフィリナトカド the same as that of Example 1, the multilayer



ミウムを用い、それぞれのポル film was obtained. たほかは、実施例1と同様にし て、多層膜を得た。この膜の積 層周期をX線回折分析で調べた ところ、50オングストローム となっていることが確認され た。

フィリン誘導体の1回ごとの堆 When the laminate period of this film was 積膜厚を24オングストローム investigated by the X-ray-diffraction analysis, it 及び26オングストロームとし was checked that it is 50 Angstrom.

[0129]

<u>実施例114</u>

5, 10, 15, 20-テトラ Replaced トラフェニルポルフィリナト亜 Angstrom ナトコバルトを用い、それぞれ film was obtained. ムとしたほかは、実施例1と同 様にして、多層膜を得た。この 膜の積層周期をX線回折分析で 調べたところ、46オングスト ロームとなっていることが確認 された。

[0129]

Example 114

5,10,15,20-tetraphenyl with フェニルポルフィリンに代えて porphyrin, replaced with 5,10,15,20-tetraphenyl 5, 10, 15, 20ーテトラ porphyrinate zinc using 5,10,15,20-tetrakis (2,4-キス (2, 4-ジメトキシフェ dimethoxy phenol) porphyrinate lead, and the ノール)ポルフィリナト鉛を用 deposition film thickness in every time of each い、5, 10, 15, 20ーテ porphyrin derivative were made into 20 and 26 Angstrom using 鉛に代えて5, 10, 15, 2 5,10,15,20-tetrakis (2,4- dimethoxy phenol) 0 ーテトラキス (2, 4 ージメ porphyrinate cobalt, and also it is made to be トキシフェノール)ポルフィリ the same as that of Example 1, the multilayer

のポルフィリン誘導体の1回ご When the laminate period of this film was との堆積膜厚を20オングスト investigated by the X-ray-diffraction analysis, it ローム及び26オングストロー was checked that it is 46 Angstrom.

[0130]

<u>実施例115</u>

[0130]

Example 115



5, 10, 15, 20-テトラ Replaced 5, 10, 15, 20-テトラ porphyrinate ポルフィリン誘導体の1回ごと was obtained. にして、多層膜を得た。この膜 の積層周期をX線回折分析で調 べたところ、48オングストロ ームとなっていることが確認さ れた。

with 5,10,15,20-tetraphenyl フェニルポルフィリンに代えて porphyrin, replaced with 5,10,15,20-tetraphenyl zinc using 5,10,15,20-tetra ビフェニルポルフィリナト亜鉛 biphenyl porphyrinate zinc, and the deposition を用い、5, 10, 15, 20 film thickness in every time of each porphyrin ーテトラフェニルポルフィリナ derivative were made into 22 Angstrom and 26 下亜鉛に代えて5,10,15, Angstrom using 5,10,15,20-tetra biphenyl 20ーテトラビフェニルポルフ porphyrinate lead, and also it is made to be the ィリナト鉛を用い、それぞれの same as that of Example 1, the multilayer film

の堆積膜厚を22オングストロ When the laminate period of this film was ーム及び26オングストローム investigated by the X-ray-diffraction analysis, it としたほかは、実施例1と同様 was checked that it is 48 Angstrom.

[0131]

実施例116

5, 10, 15, 20-テトラ Replaced 2, 3, 7, 8, 12, 13, ルポルフィリナト亜鉛に代えて Angstrom 2, 3, 7, 8, 12, 13, 2,3,7,8,12,13,17,18-octaethyl れぞれのポルフィリン誘導体の obtained. 1と同様にして、多層膜を得た。

[0131]

Example 116

5,10,15,20-tetraphenyl with フェニルポルフィリンに代えて porphyrin, replaced with 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrinate zinc using 17, 18-オクタエチルポル 2,3,7,8,12,13,17,18-octaethyl porphyrinate zinc, フィリナト亜鉛を用い、5,1 and the deposition film thickness in every time 0, 15, 20ーテトラフェニ of each porphyrin derivative were made into 22 and 23 Angstrom using porphyrinate 17, 18-オクタエチルポル nickel, and also it is made to be the same as フィリナトニッケルを用い、そ that of Example 1, the multilayer film was

1回ごとの堆積膜厚を22オン When the laminate period of this film was グストローム及び23オングス investigated by the X-ray-diffraction analysis, it トロームとしたほかは、実施例 was checked that it is 45 Angstrom.



この膜の積層周期をX線回折分 析で調べたところ、45オング ストロームとなっていることが 確認された。

[0132]

実施例117

フェニルポルフィリン粉末0. ゾポルフィリナトコバルト0. れた。そして、第1石英るつぼ を分子線蒸着装置の第1分子線 源室に、第2石英るつぼを第2 を第3分子線源室に入れて、 別々に、150℃に加熱しなが ら液体窒素トラップのついた油 拡散式真空ポンプにより10時 間真空引きした。

[0133]

ることにより、洗浄及びエッチ wafer with the pure water.

[0132]

Example 117

5, 10, 15, 20ーテトラ 0.1g of 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin powder and 0.1g of 5,10,15,20-tetraphenyl $1~{\rm g}~{\it \xi}$, 5 , 1~0 , 1~5 , 2~0 porphyrinate zinc and tetra benzo porphyrinate ーテトラフェニルポルフィリナ cobalt 0.1g were measured, and each was put ト亜鉛 0. 1 g と、テトラベン into the 1st quartz crucible, the 2nd quartz crucible, and the 3rd quartz crucible.

1gとを計り取り、それぞれを And a 2nd quartz crucible is put into the source 第1石英るつぼと第2石英るつ room of a 2nd molecular beam, and a 3rd ぼと第3石英るつぼとの中に入 quartz crucible is put into the source room of a 1st molecular beam of a molecular-beam vapor deposition apparatus for a 1st quartz crucible at the source room of a 3rd molecular beam, 分子線源室に、第3石英るつぼ separately, vacuum suction was carried out for 10 hours with the oil diffusion-equation vacuum pump which the liquid nitrogen trap attached, heating at 150 degrees C.

[0133]

一方、厚み 0. 5 mm、直径 4 On the other hand, ultraviolet radiation was インチのシリコンウェハー(1 applied to silicon-wafer (100) with a thickness of 00) に対し、酸素気流中で2 0.5 mm, and a diameter of 4 inches, heating at 00℃に加熱しながら紫外線を 200 degrees C in an oxygen air current.

当てた。次に、そのシリコンウ Next, washing and etching were performed by ェハーを純水で調整した1%の immersing for 10 minutes in 1% of fluorination フッ化水溶液に10分間浸漬す aqueous solution which adjusted the silicon

ングを行った。そして、これを And this was setted to the base-plate holder of



成長室内の基板ホルダにセット growth chamber interior. このとき、堆積膜厚を水晶振動 thickness した。次に、同様の手順で、5, stopped. オングストローム蒸着した。さ procedure. 上から20オングストローム蒸 Angstrom from this. 層膜を作成した。この膜の積層 made. なっていることが確認された。

した。次に、第1~第3分子線 Next, which sample was heated at 240 degrees 源室内を液体窒素トラップのつ C, carrying out vacuum suction with the oil いた油拡散式真空ポンプにより diffusion-equation vacuum pump with which the 真空引きしながら、どの試料と liquid nitrogen trap attached source chamber も240℃に加熱した。そして、 interior of the 1st - 3rd molecular beam.

第1分子線源室と、クライオポ And the 1st gate valve which separated the ンプ、イオンポンプ、チタンゲ atmosphere of the source room of a 1st ッタポンプ、液体窒素シュラウ molecular beam and the growth chamber which ドにより 1×1 0 ⁻¹⁰ T o r r 1*10⁻¹⁰ Torr reduce pressured by the cryopump, に減圧された成長室との雰囲気 the ion pump, the titanium getter pump, and the を分離していた第1ゲートバル liquid nitrogen shroud was opened, and the ブを開け、5, 10, 15, 2 vapor deposition to the base plate of 0ーテトラフェニルポルフィリ 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrin was started. ンの基板への蒸着を開始した。 At this time, the monitor of the deposition film carried out by the was 子式膜厚計でモニタした。そし crystal-oscillator type thickness gage.

て、堆積膜厚が20オングスト And the 1st gate valve was closed in the place ロームに達したところで第1ゲ where the deposition film thickness amounted ートバルブを閉じ、蒸着を停止 to 20 Angstrom, and vapor deposition was

10, 15, 20ーテトラフェ Next, 5,10,15,20-tetraphenyl porphyrinate zinc ニルポルフィリナト亜鉛を20 was vapor-deposited 20 Angstrom in the similar

らに同様にして、テトラベンゾ It is made further similar, tetra benzo ポルフィリナトコバルトをこの porphyrinate cobalt was vapor-deposited 20

着した。この作業をそれぞれ交 This operation is alternately repeated by a unit 互に20回ずつ繰り返して、多 of 20 times, respectively, the multilayer film was

周期をX線回折分析で調べたと When the laminate period of this film was ころ、60オングストロームと investigated by the X-ray-diffraction analysis, it was checked that it is 60 Angstrom.

[0134]

[0134]



【発明の効果】

その多層膜が得られる。この結 multilayer film are obtained. にくくなるので、太陽電池、光 arising. 得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

図。

【図1】

4.0x105

3.2×10⁵ 強度(カウント) 2.4 x10⁵ 1.6x10⁵ 0.8x10⁵ 0.0 0.0000.800 1.600 2400 3.200 4,000 28°)

Strength (count)

[ADVANTAGE of the Invention]

この発明によれば、表面精度に According to this invention, the porphyrin thin すぐれたポルフィリン薄膜及び film excellent in surface accuracy and its

果、たとえば電極間に付着して When it adhered and uses between this result, 用いた場合にはショートが生じ for example, an electrode, short-circuit stops

導電素子などに利用できる膜が Therefore, the film which can be utilized for a solar cell, a photoconductive element, etc. is obtained.

[BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS]

[FIG. 1]

この発明の一実施例としての多 The figure which shows the X-ray-diffraction 層膜のX線回折パターンを示す pattern of the multilayer film as one Example of this invention.

[FIG. 1]





DERWENT TERMS AND CONDITIONS

Derwent shall not in any circumstances be liable or responsible for the completeness or accuracy of any Derwent translation and will not be liable for any direct, indirect, consequential or economic loss or loss of profit resulting directly or indirectly from the use of any translation by any customer.

Derwent Information Ltd. is part of The Thomson Corporation

Please visit our home page:

"WWW.DERWENT.CO.UK" (English)

"WWW.DERWENT.CO.JP" (Japanese)